

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-025032

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/673

G11B 5/667

G11B 5/738

(21)Application number : 2000-200370

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.06.2000

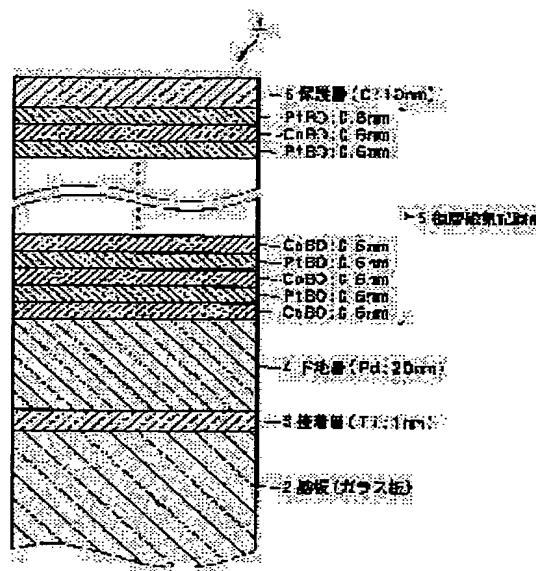
(72)Inventor : MAESAKA AKIHIRO
OMORI HIROYUKI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium which considerably reduces transition noise in a multilayer magnetic recording film, has excellent S-N ratio and is suitable for short-wavelength recording.

SOLUTION: The magnetic recording medium has a perpendicular magnetic recording film 5 comprising an artificial lattice film formed by alternately stacking Pt or Pd layers and Co layers and containing B and O.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開 2002-25032

(P 2002-25032A)

(43)公開日 平成14年1月25日(2002.1.25)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターマコード(参考)
G 1 1 B	5/673	G 1 1 B	5D006
	5/667		
	5/738		

審査請求 未請求 請求項の数 1 3

O L

(全 1 3 頁)

(21)出願番号 特願2000-200370(P2000-200370)

(22)出願日 平成12年6月30日(2000. 6. 30)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 前坂 明弘

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72)発明者 大森 広之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

F ターム(参考) 5D006 BB01 BB06 BB08 CA01 CA03
CA04 CA05 DA08 FA09

(54)【発明の名称】磁気記録媒体

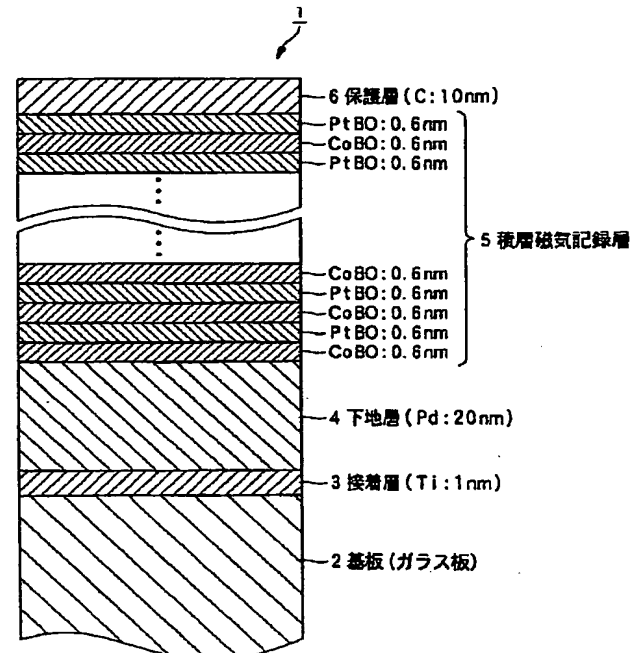
(57)【要約】

【課題】 積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少され、S/Nに優れた短波長記録に好適な磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 Pt層若しくはPd層と、Co層とが交互に積層された人工格子膜からなり、B及びOを含有してなる垂直磁気記録膜5を備える。

磁気記録媒体

CoBO/Pt (or Pd)BO 格子膜
Pt, Pd, Al, Ag, Rh 下地



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 Pt 層若しくは Pd 層と、Co 層とが交互に積層された人工格子膜からなり、B 及び O を含有してなる垂直磁気記録膜を備えることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項 2】 上記 B は、1 原子%以上 15 原子%以下の範囲で含有され、且つ上記 O は、0.1 原子%以上 10 原子%以下の範囲で含有されることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 3】 上記磁気記録層に対して、面心立方構造を有する金属を含有する材料からなる下地層を備えることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 4】 上記面心立方構造を有する金属は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、若しくは Ir であることを特徴とする請求項 3 記載の磁気記録媒体。

【請求項 5】 上記下地層は、B 及び O を含有することを特徴とする請求項 3 記載の磁気記録媒体。

【請求項 6】 上記 B は、1 原子%以上 30 原子%以下の範囲で含有され、且つ上記 O は、0.1 原子%以上 30 原子%以下の範囲で含有されることを特徴とする請求項 5 記載の磁気記録媒体。

【請求項 7】 上記磁気記録層に対して、面心立方構造を有する金属と、酸化物、窒化物、若しくは炭化物の何れかとの複合材料からなる下地層を備えることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録媒体。

【請求項 8】 上記面心立方構造を有する金属は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、若しくは Ir であることを特徴とする請求項 7 記載の磁気記録媒体。

【請求項 9】 上記酸化物は、SiO₂、Al₂O₃、MgO、TiO₂、Li₂O、CaO、ZnO、ZrO、Y₂O₃、HfO であることを特徴とする請求項 7 記載の磁気記録媒体。

【請求項 10】 上記窒化物は、Si₃N₄、AlN、BN、TiN、ZrN、GaN であることを特徴とする請求項 7 記載の磁気記録媒体。

【請求項 11】 上記炭化物は、SiC、TiC、ZrC、TaC であることを特徴とする請求項 7 記載の磁気記録媒体。

【請求項 12】 上記下地層の直下に軟磁性層を備えることを特徴とする請求項 8 記載の磁気記録媒体。

【請求項 13】 上記軟磁性層は、NiFe、CoZr、FeN、若しくは NiFeTa からなることを特徴とする請求項 12 記載の磁気記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ハードディスク、磁気テープ、フロッピー（登録商標）ディスク、光磁気ディスク等に利用される磁気記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】 磁気記録媒体に関する面内磁気記録は、

記録情報の高密度化に伴って、記録磁化が時間の経過にしたがって減衰する熱減磁が問題となってきた。

【0003】 この、磁気記録媒体に対する面内磁気記録の問題点を解決する手法の 1 つとして、垂直磁気記録がある。かかる垂直磁気記録用磁気記録媒体の磁性材料として、CoCr 合金が広く研究されている。

【0004】 しかしながら、垂直磁気記録用磁気記録媒体の磁性材料としての CoCr 合金の垂直磁気異方性は、飽和磁化より小さいため、垂直角形比が 1 にならないという欠点がある。このため、CoCr 合金の磁性層は、長波長記録部分で反転磁化領域が発生し、それがノイズの原因となることが知られている。

【0005】 この問題を解決するためには、垂直磁気記録用磁気記録媒体の磁性層として、垂直磁気異方性の大きな材料を用いれば良く、そのような磁性層としては、Co と Pt 又は Pd とを交互に積層した積層磁性層がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、かかる Co と、Pt 又は Pd とを交互に積層した積層磁気記録層を有する磁気記録媒体は、積層磁気記録層の垂直磁気異方性磁界が飽和磁化に起因した反磁界より十分大きいので、積層磁気記録層におけるノイズの発生は少ないが、その反面遷移ノイズが多いので短波長記録には不向きであるという問題がある。

【0007】 したがって、本発明は、かかる点に鑑み、Co と、Pt 又は Pd とを交互に積層した積層磁気記録層を有する磁気記録媒体において、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少され、S/N に優れた短波長記録に好適な磁気記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明に係る磁気記録媒体は、Pt 層若しくは Pd 層と、Co 層とが交互に積層された人工格子膜からなり、B 及び O を含有してなる垂直磁気記録膜を備えることを特徴とするものである。

【0009】 本発明に係る磁気記録媒体は、積層磁気記録層として、Pt 層若しくは Pd 層と Co 層とが交互に積層された人工格子膜からなり、さらに B 及び O を含有してなる垂直磁気記録膜を備えるため、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少する。

【0010】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の具体的な実施の形態を図面を参照して説明する。

【0011】 図 1 を参照して本発明の実施の形態の一例を説明する。図 1 に示した磁気記録媒体 1 は、基板 2 と、基板 2 上に形成された接着層 3 と、接着層 3 上に形成された下地層 4 と、下地層 4 上に形成された積層磁気記録層 5 と、積層磁気記録層 5 上に形成された保護層 6 とを備えて構成されている。

【0012】基板2は、磁気記録媒体の種類により異なるが、ここでは、例えばガラス板を用いる。

【0013】接着層3は、基板2と下地層4との接合力を高めるために設けられる。接着層3の材質は、基板及び下地層4の種類により異なるが、基板2がガラス板の場合には、接着層3としては、例えばTiを用いることができ、その厚さは、例えば1nmである。

【0014】下地層4は、面心立方構造を有する金属を含む材料により構成される。このような材料としては、具体的には、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Irを挙げることができる。また、これらの材料は、特に、酸化や窒化等の化学的変化を受け難い材料が選ばれており、これらの合金も用いることが可能である。ここでは下地層4として、例えばPdを用い、その厚さは、例えば20nmとされる。

【0015】積層磁気記録層5は、Pt層及Co層が所定の層数だけ交互に積層された人工格子膜からなるものである。そして、この人工格子膜は、高密度記録に対応した垂直磁気記録用の垂直磁化膜とされている。積層磁気記録層5は、ここでは、例えば厚さが、0.6nmのCo層と、例えば厚さが0.6nmのPt層とが、それぞれ20層ずつ交互に積層されてなる。また、Pt層の代わりにPd層等を用いても良い。

【0016】保護層6は、積層磁気記録層5上に被着形成されている。この保護層6の材料としては、例えばCを用いることができ、その厚さは、例えば10nmである。

【0017】ここで、この磁気記録媒体1は、積層磁気記録層5がその層中にB元素及びO元素を含有することを特徴とする。そして、B元素及びO元素は、積層磁気記録層5の構成要素であるCo層と及びPt層の双方に含有されるものである。

【0018】この磁気記録媒体1は、積層磁気記録層5中にB元素及びO元素を含有することにより、磁性粒子であるPt粒子及びCo粒子の結晶学的な孤立性が向上する。そして、この結晶粒子の結晶学的な孤立は、当該結晶粒子の磁気的な孤立を生じさせる。その結果、この磁気記録媒体1は、積層磁気記録層5における遷移ノイズが減少し、S/Nを向上させることが可能となる。

【0019】ここで、積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率は、B元素に関しては、1原子%以上、15原子%以下とすることが好ましい。

【0020】これは、積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率が、1原子%未満である場合には、磁性粒子であるPt粒子及びCo粒子の結晶学的な孤立性を十分に向上させることができない。そして、その結果、積層磁気記録層5における遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果を十分に得ることができないからである。また、積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率が、15原子%よりも多い場合には、過剰のB元素が

結晶粒子内に進入することで、垂直磁気異方性が劣化する。その結果、垂直角形比が1以下となり、S/Nが低下するからである。

【0021】そして、上述した含有率は、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層において上述した範囲とされる。磁気記録媒体1では、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層に、上述した範囲でB元素を含有させることにより、上述した効果を確実に得ることができるからである。

【0022】また、積層磁気記録層5中におけるO元素の含有率は、0.1原子%以上、10原子%以下とすることが好ましい。

【0023】これは、積層磁気記録層5中におけるO元素含有率が、1原子%未満である場合には、磁性粒子であるPt粒子及びCo粒子の結晶学的な孤立性を十分に向上させることができない。そして、その結果、積層磁気記録層5における遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果を十分に得ることができないからである。また、積層磁気記録層5中におけるO元素の含有率が、10原子%よりも多い場合には、過剰のO元素が結晶粒子内に進入することで、垂直磁気異方性が劣化する。その結果、垂直角形比が1以下となり、S/Nが低下するからである。

【0024】そして、上述した含有率は、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層において上述した範囲とされる。磁気記録媒体1では、積層磁気記録層5の各Pt層及び各Co層に、上述した範囲でO元素を含有させることにより、上述した効果を確実に得ることができるからである。

【0025】また、上述した下地層4は、図2に示すように、上述した材料がB元素及びO元素を含有した材料により構成されても良い。下地層4がかかる材料により構成されることにより、Pt層及びCo層からなる積層磁気記録層5にみられる遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させることができるからである。これは、下地層4がB元素及びO元素を含有することにより、その結晶粒の孤立性が高められ、当該下地層4上に形成される積層磁気記録層5の結晶粒の孤立性を高めるからである。

【0026】このとき、上述した下地層4中におけるB元素及びO元素の含有率は、B元素に関しては、1原子%以上、30原子%以下とすることが好ましい。

【0027】これは、下地層4中におけるB元素の含有率が、1原子%未満である場合には、下地層4の結晶粒の孤立性を十分に高めることができないため、下地層4上に形成される積層磁気記録層5の結晶粒の孤立性が十分に高められない。そして、その結果、積層磁気記録層5にみられる遷移ノイズを減少させ、S/N比を向上させる効果を得ることができないからである。また、下地層4中に含有させるB元素の量が、30原子%よりも多

い場合には、下地層の結晶粒サイズが不均一となり、その結果、積層磁気記録層 5 の結晶粒サイズが不均一となり S/N 比が低下するからである。

【0028】また、下地層 4 中に含有させる O 元素の割合は、0.1 原子%以上、30 原子%以下とすることが好ましい。これは、下地層 4 中に含有させる O 元素の量が、1 原子%未満である場合には、下地層 4 の結晶粒の孤立性を十分に高めることができないため、下地層 4 上に形成される積層磁気記録層 5 の結晶粒の孤立性が十分に高められない。そして、その結果、積層磁気記録層 5 にみられる遷移ノイズを減少させ、 S/N 比を向上させる効果を得ることができないからである。また、下地層 4 中に含有させる O 元素の量が、30 原子%よりも多い場合には、下地層の結晶粒サイズが不均一となり、その結果、積層磁気記録層 5 の結晶粒サイズが不均一となり S/N 比が低下するからである。

【0029】そして、上述した B 元素及び O 元素を含有する積層磁気記録層 5 と B 元素及び O 元素を含有する下地層 4 とを併用することにより、積層磁気記録層 5 にみられる遷移ノイズを減少させ、 S/N 比を向上させる効果を得ることに高めることが可能となる。

【0030】また、上述した下地層 4 は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Ir の面心立方構造の金属の何れかと、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 、 Li_2O 、 CaO 、 ZnO 、 ZrO 、 Y_2O_3 、 HfO 等の酸化物の何れか、との複合材料からなる複合材料層にて構成されても良い。下地層 4 が、かかる構成を有することにより、Pt 層及び Co 層からなる積層磁気記録層 5 を有する磁気記録媒体にみられる遷移ノイズを大きく減少させることができる。また、上述した複合材料は、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Ir の面心立方構造の金属の何れかと、 Si_3N_4 、 AlN 、 BN 、 TiN 、 ZrN 、 GaN 等の窒化物の何れか、との複合材料でも良く、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Ir の面心立方構造の金属の何れかと、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 TaC 等の炭化物の何れか、との複合材料でも良い。何れの場合も、Pd、Pt、Au、Ag、Rh、Ir の面心立方構造の金属の何れかと、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 、 Li_2O 、 CaO 、 ZnO 、 ZrO 、 Y_2O_3 、 HfO 等の酸化物の何れか、との複合材料の場合と同様の効果を得ることができる。

【0031】さらに、この磁気記録媒体においては、上述した複合材料からなる下地層 4 を備える場合に、図 3 に示すように下地層 4 の直下に、すなわち積層磁気記録層 5 と反対側に軟磁性層を配しても良い。通常、垂直記録用磁気記録層の下側に、軟磁性層を配すると、記録遷移が明瞭に書けることが知られているが、その反面、磁気記録層のノイズが増加することが多い。そこで、上述したように、軟磁性層と、積層磁気記録層 5 との間に、上述した複合材料からなる下地層 4 を備えることで、磁

気記録層で発生するノイズを低減することができる。すなわち、磁気記録層のノイズを増加させることなく、記録遷移を明瞭に書くことが可能となる。

【0032】このとき、複合材料からなる下地層 4 の厚さは、1 nm より薄いときは、ノイズ低減効果は得られず、30 nm より厚い場合は、積層磁気記録層 5 と、軟磁性層との間の距離が離れすぎて、軟磁性層による上述した効果が小さくなる。したがって、軟磁性層を備える場合には、複合材料からなる下地層 4 の厚さは、1 nm 以上、30 nm 以下とすることが好ましい。

【0033】図 3 の例では、軟磁性層として、例えば、NiFe 層を用い、複合材料層として、例えば、厚さが 20 nm の $(Au+SiO_2)$ 層を用い、積層磁気記録層 5 として、厚さが、例えば、0.6 nm の Pd 層と、厚さが、例えば、0.6 nm の Co 層とが、それぞれ 20 枚ずつ交互に積層されたものを用いている。

【0034】また、図 3 においては、軟磁性層として、NiFe 層を用いているが、軟磁性層に用いる材料は、これに限定されることなく、CoZr、FeN、NiFeTa 等を用いることもできる。

【0035】

【実施例】以下、本発明を具体的な例に基づいて説明する。

【0036】＜実施例 1＞実施例 1 では、積層磁気記録層である垂直磁化膜に B 元素及び O 元素を含有させた磁気記録媒体を作製した。

【0037】磁気記録媒体は、直径 2.5 インチのガラス基板の上に、RF スパッタ法により、下地層と積層磁気記録層とをこの順で成膜して作製した。積層磁気記録層は、人工格子膜からなる垂直磁化膜により構成した。各層の組成、構成は、 $(CoBO:0.4\text{ nm}/PdBO:0.6\text{ nm}) \times 20/Pd:20\text{ nm}$ とし、図 4 に示す断面構造からなる磁気記録媒体 1 を作製した。

【0038】成膜条件は、スパッタリング前到達真空度： 8×10^{-5} Pa、投入電力：120 W とした。スパッタリングターゲットは、下地層 4 用には、Pd ターゲット、積層磁気記録層 5 用には、図 4 に示すように Co ターゲット上及び Pd ターゲット上に 1 cm 角の B チップを 4 個配置させたターゲットを用いた。下地層 4 の成膜は、Ar 雰囲気中において 2 Pa のスパッタガス圧で行い、積層磁気記録層 5 の成膜は、 $(Ar+O_2)$ 雰囲気中において 2 Pa のスパッタガス圧で行った。Ar と O_2 の質量流量比 O_2/Ar は、0.2% とした。

【0039】また、作製した磁気記録媒体 1 の積層磁気記録層 5 中における B 元素及び O 元素の含有率を化学分析、エネルギー分散性 X 線 (Energy-dispersive x-ray: 以下、EDX と呼ぶ。) 及び二次イオン質量分析計 (Secondary ion mass spectrometer: 以下、SIMS と呼ぶ。) により調べたところ、B 元素の含有率は、3 原子%であり、O 元素の含有率は、0.3 原子%であつ

た。

【0040】上記において作製した磁気記録媒体1の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べた結果を表1に示す。ここで、 S/N は、磁気記録媒体1を磁気ヘッドに対する相対速度が 15 m/sec になるように回転させ、記録トラック幅が $1.2\text{ }\mu\text{m}$ の磁*

*気抵抗効果型ヘッド(MRヘッド)で周波数が 50 MHz の信号を磁気記録媒体に記録し、その再生信号中の 50 MHz の信号と、 0 Hz から 80 MHz までのノイズを積分したノイズ強度との比と定めた。

【0041】

【表1】

	層 構 成	H_c	S/N
実施例1	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/Pd-20nm	2.0kOe	28dB
実施例7	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/PdBO-20nm	2.3kOe	30dB
実施例15	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/(Pd+SiO ₂)-20nm	2.0kOe	30dB
実施例36	(CoBO-0.4nm/PdBO-0.6nm)×20/(Pd+SiO ₂)-10nm/Ni ₈₀ Fe ₁₅ Ta ₅ -20nm	—	32dB
比較例1	(Co-0.4nm/Pd-0.6nm)×20/Pd-20nm	3.4kOe	12dB

【0042】実施例1で作製した磁気記録媒体1は、 H_c は磁氣的及び熱的外乱に対して安定しており、且つ従来の記録ヘッドで記録可能である実用的なレベルの値を保持しつつ、遷移ノイズが著しく改善されている。その結果、 S/N は 28 dB と良好な値を示している。

【0043】＜実施例2＞下地層をPtとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0044】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0045】＜実施例3＞下地層をAuとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0046】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0047】＜実施例4＞下地層をAgとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0048】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0049】＜実施例5＞下地層をRhとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0050】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0051】＜実施例6＞下地層をIrとしたこと以外は、実施例1と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0052】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例1と同等の効果が得られた。

【0053】＜実施例7＞実施例7では、積層磁気記録層である垂直磁化膜と、下地層との双方にB元素及びO元素を含有させた磁気記録媒体を作製した。

【0054】磁気記録媒体は、実施例1と同様にして作製した。各層の組成、構成は、(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm)×20/PdBO:20nmとし、図5に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0055】スパッタリングターゲットは、下地層4用には、図6に示すようにPdターゲット上に 1 cm 角のBチップを4個配置させたターゲット、積層磁気記録層5用には、図6に示すようにCoターゲット上及びPdターゲット上に 1 cm 角のBチップを4個配置させたターゲットを用いた。

【0056】また、作製した磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率を化学分析、EDX及びSIMSにより調べたところ、B元素の含有率は、3原子%であり、O元素の含有率は、0.2原子%であった。

【0057】上記において作製した磁気記録媒体1の垂

直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べた結果を表1に併せて示す。ここで、 S/N は、実施例1と同様にして求めた。

【0058】実施例7で作製した磁気記録媒体は、実施例1で作製した磁気記録媒体よりもさらに遷移ノイズが改善され、 S/N は30dBと良好な値を示している。この磁気記録層では、Pd下地層にもB元素及びO元素を含有させることにより、下地層の結晶粒の孤立性が高められたことで、その上に積層したCo/Pd積層磁気記録層の結晶粒の孤立性がより高められた。そして、その結果、積層磁気記録層における遷移ノイズが減少し、 S/N が向上したものと考えられる。

【0059】＜実施例8＞下地層をPtBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0060】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0061】＜実施例9＞下地層をAuBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0062】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0063】＜実施例10＞下地層をAgBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0064】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0065】＜実施例11＞下地層をRhBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0066】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0067】＜実施例12＞下地層をIrBOとしたこと以外は、実施例7と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0068】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例7と同等の効果が得られた。

【0069】＜実施例13＞実施例13では、積層磁気記録層中におけるB元素の含有率が、 S/N に与える影響について調べた。

【0070】磁気記録媒体は、積層磁気記録層中におけるO元素の含有率を0.2原子％に固定し、B元素の含有率を0原子％、0.5原子％、0.7原子％、1原子％、1.8原子％、3原子％、4.3原子％、5原子％と変化させること以外は、実施例1と同様にして8種類

の磁気記録媒体を作製した。各層の組成、構成は、実施例1と同様に(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) \times 20/Pd:20nmとし、図4に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0071】積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率は、スパッタリングターゲット上に配置するBチップの数で制御し、O元素の含有率は、ArとO₂の質量流量比(O₂/Ar)により制御した。

【0072】磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率は、化学分析、エネルギー分散性X線(Energy-dispersive x-ray:EDX)及び二次イオン質量分析計(Secondary ion mass spectrometer:SIMS)を用いて総合的に解析した。

【0073】上記において作製した8種類の磁気記録媒体の垂直方向の信号対ノイズの比 S/N を調べた結果を図7に示す。ここで、 S/N は、実施例1と同様にして求めた。

【0074】図7より、B元素の含有率が1原子％の付近で S/N は急激に上昇し、それ以上の範囲では、ほぼ一定の値となることが判る。この S/N が上昇するB元素含有率の臨界値を、O元素含有率を変化させて調べた結果を図8に示す。図8から判るように、 S/N が向上するB元素の臨界含有率は、O元素の含有率が0.1原子％以上であれば、O元素の含有率に依存せずほぼ一定であった。

【0075】以上の結果から、積層磁気記録層の結晶粒子を孤立させるために必要なB元素の含有率は、1原子％以上であることが判る。この条件は、上述した実施例7におけるPdBOからなる下地層の結晶粒子が孤立化する条件と同一であった。

【0076】＜実施例14＞実施例14では、積層磁気記録層中におけるO元素の含有率が、 S/N に与える影響について調べた。

【0077】磁気記録媒体は、B元素の含有率を3原子％に固定し、B元素の含有率を0原子％、0.05原子％、0.08原子％、0.1原子％、0.2原子％、0.3原子％、0.37原子％、0.48原子％と変化させること以外は、実施例1と同様にして8種類の磁気記録媒体を作製した。各層の組成、構成は、実施例1と同様に(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) \times 20/Pd:20nmとし、図4に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0078】積層磁気記録層5中におけるB元素の含有率は、スパッタリングターゲット上に配置するBチップの数で制御し、O元素の含有率は、ArとO₂の質量流量比(O₂/Ar)により制御した。

【0079】磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率は、実施例13と同様に、化学分析、EDX及びSIMSを用いて総合的に解析した。

【0080】上記において作製した8種類の磁気記録媒体の垂直方向の信号対ノイズの比 S/N を調べた結果を図9に示す。ここで、 S/N は、実施例1と同様にして求めた。

【0081】図9より、O元素の含有率が0.1原子%の付近で S/N は急激に上昇し、それ以上の範囲では、ほぼ一定の値となることが判る。この S/N が上昇するO元素含有率の臨界値をB元素含有率を変化させて調べた結果を図10に示す。図10から判るように、 S/N が向上するB元素の臨界含有率は、B元素の含有率が1原子%以上であれば、B元素の含有率に依存せずほぼ一定であった。

【0082】以上の結果から、積層磁気記録層の結晶粒子を孤立させるために必要なO元素の含有率は、0.1原子%以上であることが判る。この条件は、上述した実施例7におけるPdBOからなる下地層の結晶粒子が孤立化する条件と同一であった。

【0083】＜実施例15＞実施例15では、積層磁気記録層である垂直磁化膜にB元素及びO元素を含有させ、さらに下地層としてPdと SiO_2 とを同時成膜した複合下地層を用いた磁気記録媒体を作製した。

【0084】磁気記録媒体の各層の組成、構成は、(CBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) \times 20/Pd+ SiO_2 :20nmとし、図11に示す断面構造からなる磁気記録媒体を作製した。

【0085】そして、複合下地膜を、 SiO_2 のターゲット上にPdのチップを配置したターゲットを用いてRFマグネトロンスパッタで成膜したこと以外は、実施例1と同様にして作製した。複合下地膜の構成は体積比でPd:50%、 SiO_2 :50%である。

【0086】また、作製した磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率を化学分析、EDX及びSIMSにより調べたところ、B元素の含有率は、3原子%であり、O元素の含有率は、0.2原子%であった。

【0087】上記において作製した磁気記録媒体1の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べた結果を表1に併せて示す。ここで、 S/N は、実施例1と同様にして求めた。

【0088】実施例15で作製した磁気記録媒体1は、実施例1で作製した磁気記録媒体よりもさらに遷移ノイズが改善され、 S/N は、実施例7の磁気記録媒体とほぼ同等の31dBという良好な値を示している。これは、下地層4としてPd+ SiO_2 複合下地層を用いたことにより、CBO/PdBO積層磁気記録層5における結晶粒の孤立性が実施例1に較べて、より高められ、その結果として遷移ノイズが大幅に減少し、 S/N が向上したものと考えられる。

【0089】＜実施例16＞下地層をPt+ SiO_2 としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体

を作製した。

【0090】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0091】＜実施例17＞下地層をAu+ Al_2O_3 としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0092】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0093】＜実施例18＞下地層をAg+MgOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0094】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15同等の効果が得られた。

【0095】＜実施例19＞下地層をRh+ TiO_2 としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0096】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0097】＜実施例20＞下地層をIr+ LiO_2 としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0098】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0099】＜実施例21＞下地層をPd+CaOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0100】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0101】＜実施例22＞下地層をPd+ZnOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0102】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0103】＜実施例22＞下地層をPd+ZrOとしたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0104】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例15と同等の効果が得られた。

【0105】＜実施例23＞下地層をPd+ Y_2O_3 としたこと以外は、実施例15と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0106】上記において作製した磁気記録媒体の垂直

方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0107】＜実施例 24＞下地層を $Pd+HfO$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0108】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0109】＜実施例 25＞下地層を $Pd+HfO$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0110】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0111】＜実施例 26＞下地層を $Pd+Si_3N_4$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0112】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0113】＜実施例 27＞下地層を $Pt+AlN$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0114】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0115】＜実施例 28＞下地層を $Au+BN$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0116】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0117】＜実施例 29＞下地層を $Ag+TiN$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0118】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0119】＜実施例 30＞下地層を $Rh+ZrN$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0120】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0121】＜実施例 31＞下地層を $Ir+GaN$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0122】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0123】＜実施例 32＞下地層を $Pd+SiC$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0124】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0125】＜実施例 33＞下地層を $Pt+TiC$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0126】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0127】＜実施例 34＞下地層を $Au+ZrC$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0128】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0129】＜実施例 35＞下地層を $Ag+TaC$ としたこと以外は、実施例 15 と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0130】上記において作製した磁気記録媒体の垂直方向の保磁力 H_c 、及び信号対ノイズの比 S/N を調べたところ、実施例 15 と同等の効果が得られた。

【0131】以上、実施例 15 乃至実施例 35 の結果より、下地層が、 Pd 、 Pt 、 Au 、 Ag 、 Rh 、 Ir の面心立方構造の金属の何れかと、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 、 Li_2O 、 CaO 、 ZnO 、 ZrO 、 Y_2O_3 、 HfO 等の酸化物の何れか、との複合材料からなる複合材料、 Pt 、 Au 、 Pd 、 Ag 、 Rh 、 Ir の面心立方構造の金属の何れかと、 Si_3N_4 、 AlN 、 BN 、 TiN 、 ZrN 、 GaN 等の窒化物の何れか、との複合材料、若しくは、 Pt 、 Au 、 Pd 、 Ag 、 Rh 、 Ir の面心立方構造の金属の何れかと、 SiC 、 TiC 、 ZrC 、 TaC 等の炭化物の何れか、との複合材料により構成することにより積層磁気記録層にみられる遷移ノイズを減少させ、 S/N 比を向上させる効果を得られることが確認された。

【0132】＜実施例 36＞実施例 36 では、下地層の下に $NiFeTa$ からなる軟磁性層を備え、その上に下地層、積層磁気記録層が形成された磁気記録媒体を作製した。

【0133】磁気記録媒体の各層の組成、構成は、 $(CoBO:0.4nm/PdBO:0.6nm) \times 20 / (Pd+SiO_2):20nm / Ni_{80}Fe_{15}Ta_5:20nm$ とし、図 12 に示す断面構造からなる磁気記録媒体 1 を作製した。

【0134】そして、軟磁性層を、 Ni ターゲットと Fe ターゲットと Ta ターゲットとを用いてスパッタ法で成膜したこと以外は、実施例 15 と同様にして作製し

た。

【0135】また、作製した磁気記録媒体1の積層磁気記録層5中におけるB元素及びO元素の含有率を化学分析、EDX及びSIMSにより調べたところ、B元素の含有率は、3原子%であり、O元素の含有率は、0.2原子%であった。

【0136】上記において作製した磁気記録媒体1の信号対ノイズの比S/Nを調べた結果を表1に併せて示す。ここで、S/Nは、実施例1と同様にして求めた。

【0137】実施例36の磁気記録媒体1は、裏打ち層として軟磁性層であるNi₈₀Fe₁₅Ta₅層を用いることで、積層磁気記録層における記録磁区の遷移領域がより明瞭になったために、S/Nは実施例1、実施例7及び実施例15よりもさらに向上し、32dBと良好な値を示している。

【0138】＜実施例37＞軟磁性層をCoZrとしたこと以外は、実施例36と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0139】上記において作製した磁気記録媒体の信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例36と同等の効果が得られた。

【0140】＜実施例38＞軟磁性層をFeNとしたこと以外は、実施例36と同様にして磁気記録媒体を作製した。

【0141】上記において作製した磁気記録媒体の信号対ノイズの比S/Nを調べたところ、実施例36と同等の効果が得られた。

【0142】以上、実施例36乃至実施例38の結果から、下地層の直下、すなわち積層磁気記録層と反対側に裏打ち層として軟磁性層を備えることにより、積層磁気記録層における記録磁区の遷移領域がより明瞭にすることができ、その結果、S/Nを向上させられることが確認された。

【0143】＜比較例＞比較例では、積層磁気記録層である垂直磁化膜、及び下地層にB元素及びO元素を含有させない従来の磁気記録媒体1を作製した。

【0144】磁気記録媒体は、実施例1と同様にして作製した。各層の組成、構成は、(Co:0.4nm/Pd:0.6nm)×20/Pd:20nmとし、図13に示す断面構造からなる磁気記録媒体1を作製した。

【0145】スパッタリングターゲットは、下地層4用には、Pdターゲット、積層磁気記録層5用には、Coターゲット及びPdターゲットを用いて、2PaのAr雰囲気中で成膜を行った。

【0146】上記において作製した磁気記録媒体1の垂直方向の保磁力H_c、及び信号対ノイズの比S/Nを調べた結果を表1に併せて示す。ここで、S/Nは、実施例1と同様にして求めた。

【0147】比較例1で作製した磁気記録媒体1は、H_cは、磁氣的及び熱的外乱に対して安定であり、且つ従

来の記録ヘッドで記録可能な実用的な値を示しているが、遷移ノイズが大きく、その結果S/Nは12dBと小さい値を示している。

【0148】ここで、比較例と実施例1との磁気記録媒体の、積層磁気記録層における遷移ノイズの差を明らかにするために、積層磁気記録層の微細構造を透過電子顕微鏡(Transmission electron microscope:TEM)により解析し、比較例と実施例1とを比較した。実施例1のTEMでの観察結果を図14に、比較例のTEMでの観察結果を図15に示す。その結果、比較例では、結晶粒子同士が密着しているのに対し、実施例1では、結晶粒界に隙間が見られた。

【0149】また、実施例1の結晶粒界の構造を明らかにするために、高分解能TEMとEDXにより解析を行った。EDXの分析領域は5nm程度で、高分解能TEM像中の分析領域Aでは結晶粒子内のみの元素情報が得られるが、分析領域Bでは結晶粒内と結晶粒界の両方の元素情報を含んでいる。結晶粒内のEDXの分析結果を図16に、結晶粒界のEDXの分析結果を図17に示す。また、高分解能TEMでの観察結果を図18に示す。

【0150】高分解能TEM像からは、結晶粒子の周りがアモルファス状の物質で満たされており、結晶粒子同士が結晶学的に孤立しているのが判った。

【0151】また、EDXスペクトルを結晶粒内と結晶粒界とで比較すると、B元素及びO元素は結晶粒界でしか検出されず、結晶粒界にボロンオキサイド相が析出していると考えられる。

【0152】これらのことより、本解析結果は、B元素及びO元素が積層磁気記録層の結晶粒子を孤立させるのに重要な役割を果たすことを示している。すなわち、この結晶粒子の結晶学的な孤立が磁氣的な孤立を生じさせ、その結果遷移ノイズが減少し、S/Nが向上したものと考えられる。

【0153】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明に係る磁気記録媒体は、積層磁気記録層として、Pt層若しくはPd層とCo層とが交互に積層された人工格子膜からなり、さらにB及びOを含有してなる垂直磁気記録膜を備えるため、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少する。

【0154】したがって、本発明によれば、積層磁気記録層における遷移ノイズが大幅に減少され、S/Nに優れた短波長記録に好適な磁気記録媒体を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した磁気記録媒体の一例の層構造を示す要部断面図である。

【図2】本発明を適用した磁気記録媒体の一例を層構造を示す要部断面図である。

17

【図3】本発明を適用した磁気記録媒体の一例を層構造を示す要部断面図である。

【図4】実施例1、実施例13及び実施例14で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図5】実施例7で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図6】本発明を適用した磁気記録媒体を作製する際に用いたスパッタリングターゲットを示す平面図である。

【図7】B元素の含有率とS/Nとの関係を示す特性図である。

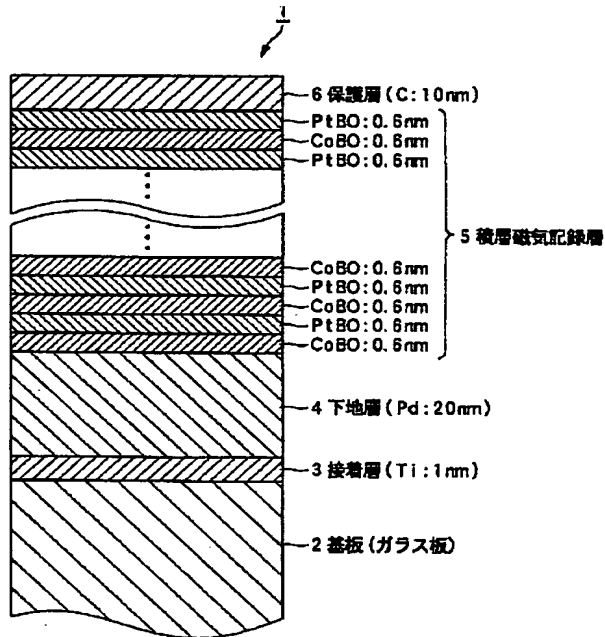
【図8】O元素の含有率とS/Nが上昇するB元素の含有率の臨界値との関係を示す特性図である。

【図9】O元素の含有率とS/Nとの関係を示す特性図である。

【図10】B元素の含有率とS/Nが上昇するO元素の含有率の臨界値との関係を示す特性図である。

【図11】実施例15で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図1】



18

【図12】実施例36で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図13】比較例で作製した磁気記録媒体の層構造を示す要部断面図である。

【図14】実施例1のTEMでの観察結果を示す顕微鏡写真を表す図である。

【図15】比較例のTEMでの観察結果を示す顕微鏡写真を表す図である。

【図16】結晶粒内のEDXの分析結果を示す特性図である。

10

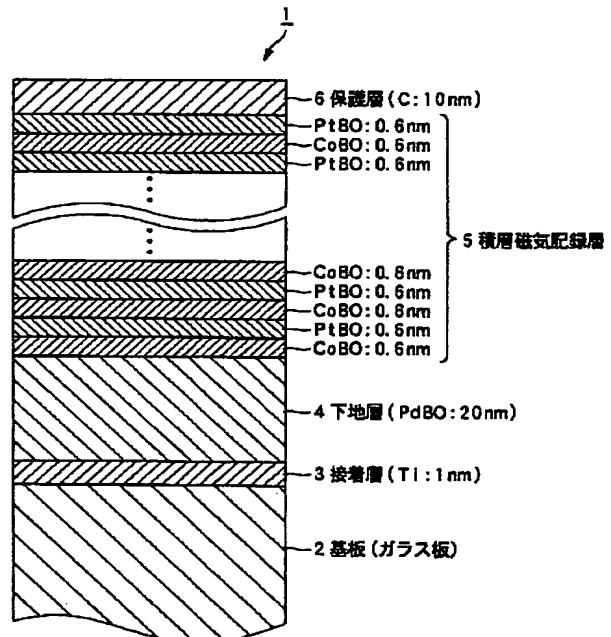
【図17】結晶粒界のEDXの分析結果を示す特性図である。

【図18】実施例1の高分解能TEMでの観察結果を示す顕微鏡写真を表す図である。

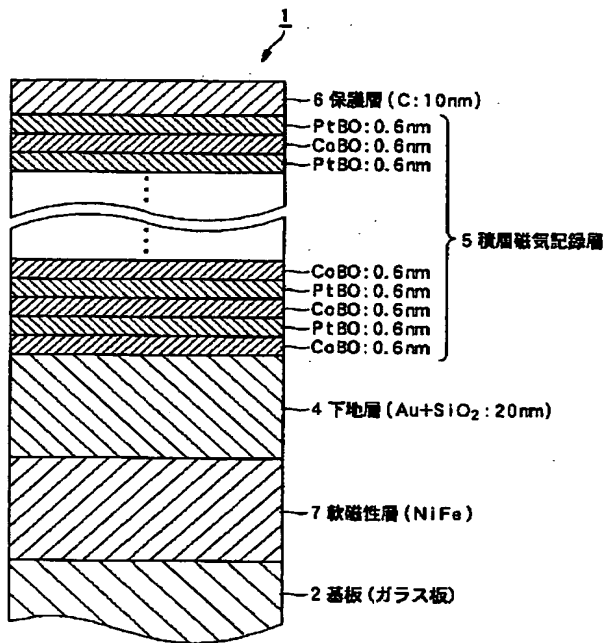
【符号の説明】

1 磁気記録媒体、2 基板、3 接着層、4 下地層、5 積層磁気記録層、6 保護層、7 軟磁性層

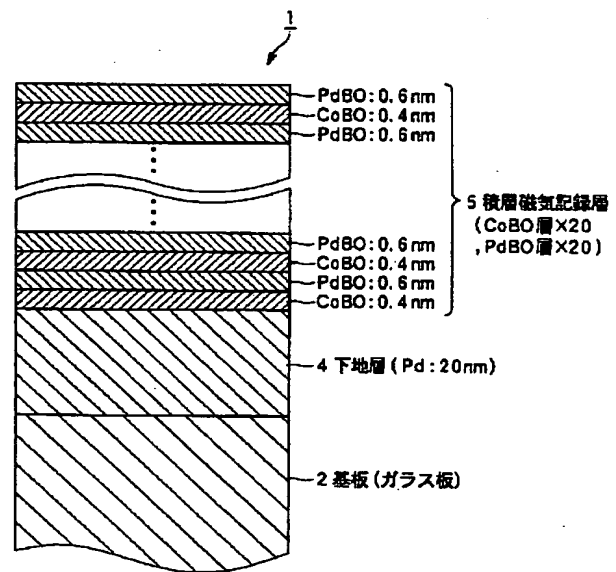
【図2】



【図3】

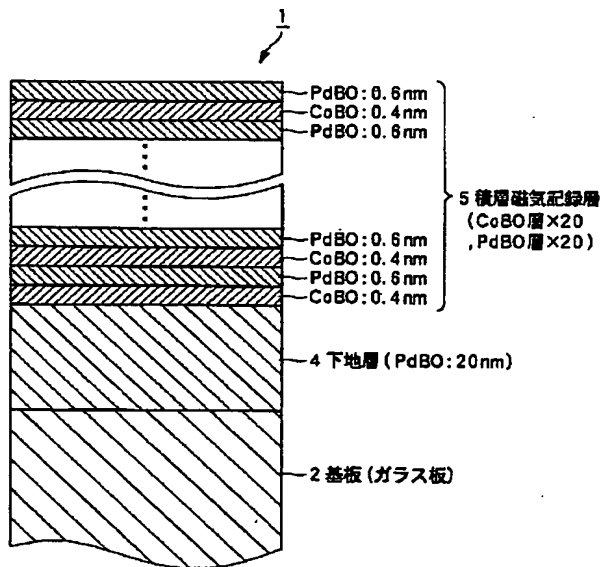


【図4】



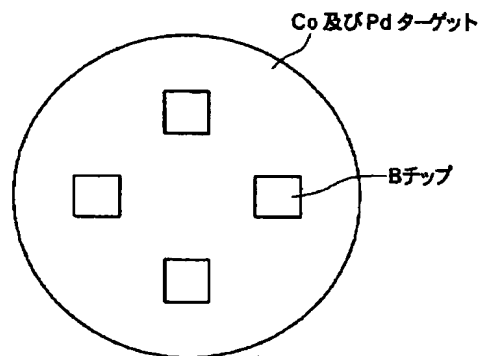
実施例1,13,14

【図5】

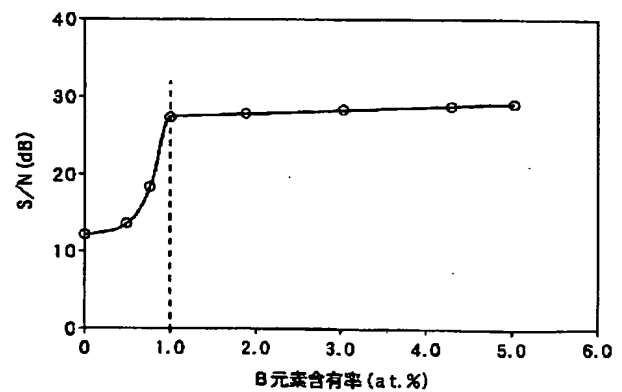


実施例7

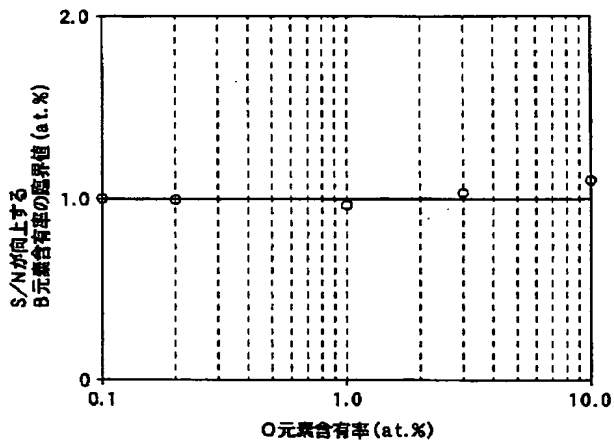
【図6】



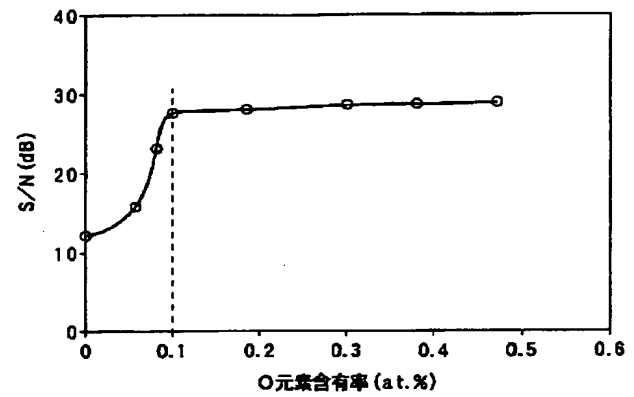
【図7】



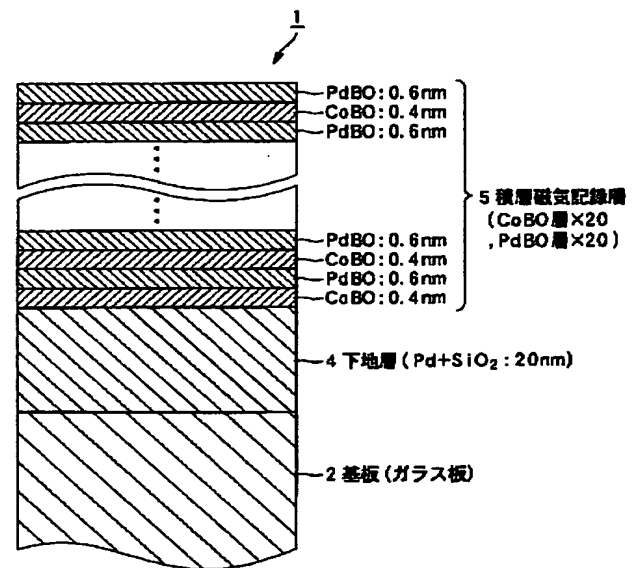
【図8】



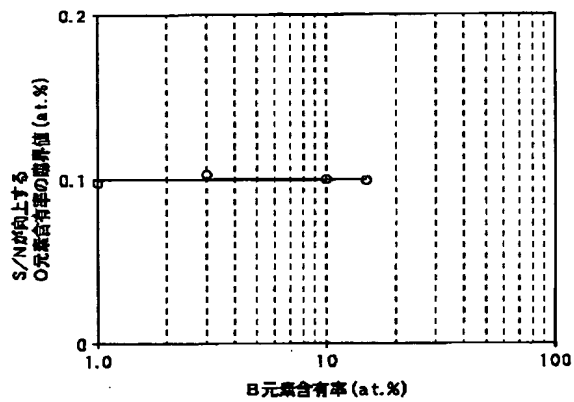
【図9】



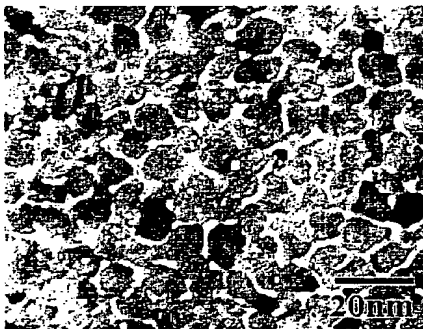
【図11】



【図10】

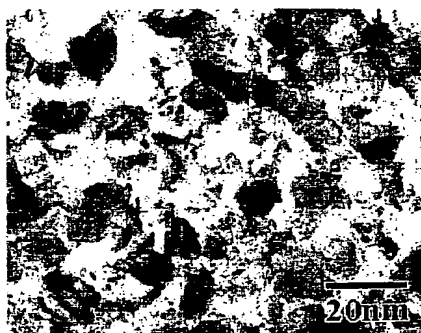


【図14】

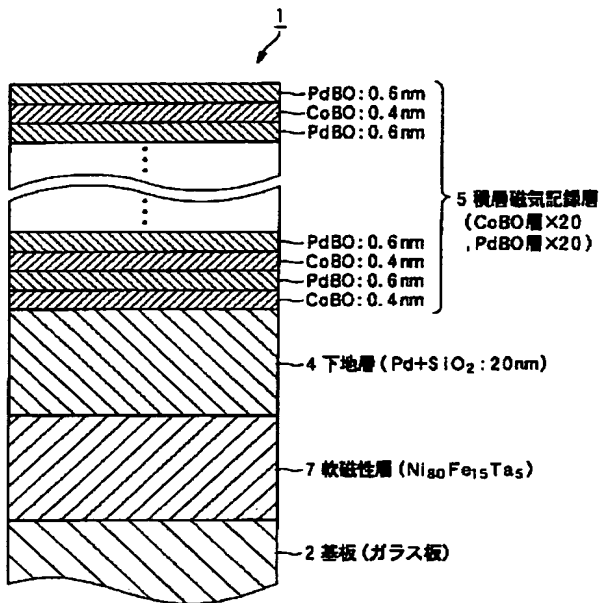


実施例15

【図15】

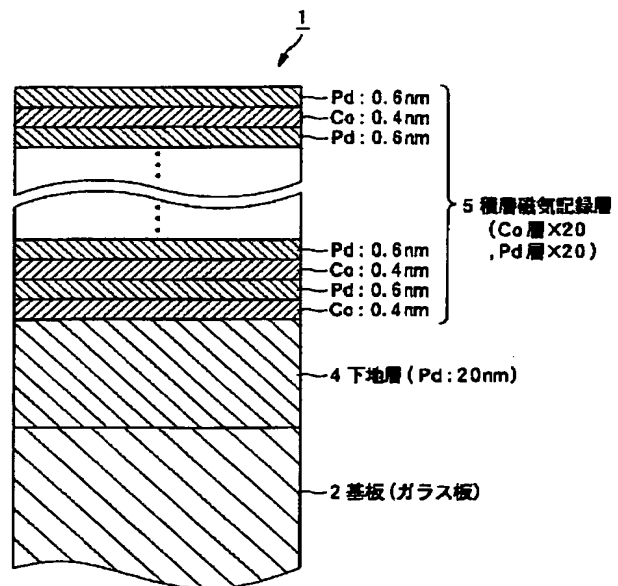


【図12】



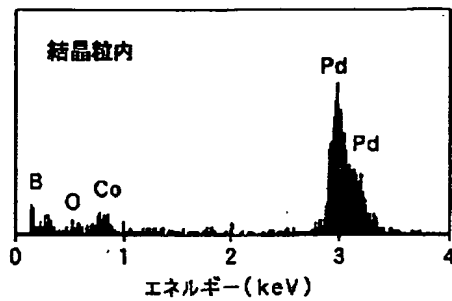
実施例 36

【図13】

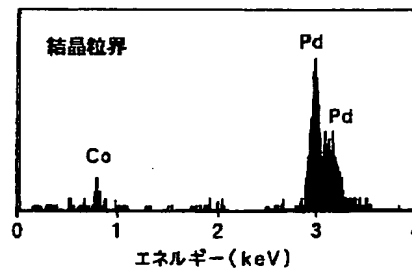


比較例

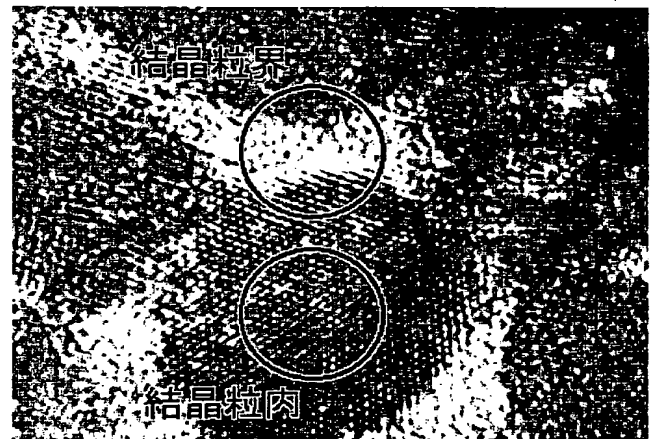
【図16】



【図17】



【図18】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-025032

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl. G11B 5/673
G11B 5/667
G11B 5/738

(21)Application number : 2000-200370

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.06.2000

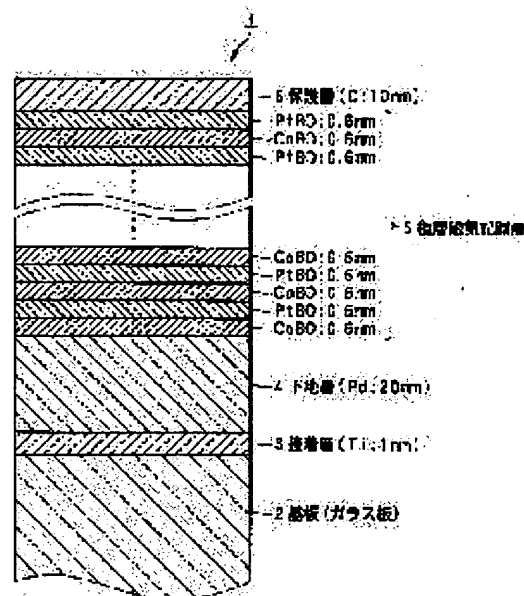
(72)Inventor : MAESAKA AKIHIRO
OMORI HIROYUKI

(54) MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic recording medium which considerably reduces transition noise in a multilayer magnetic recording film, has excellent S-N ratio and is suitable for short-wavelength recording.

SOLUTION: The magnetic recording medium has a perpendicular magnetic recording film 5 comprising an artificial lattice film formed by alternately stacking Pt or Pd layers and Co layers and containing B and O.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The magnetic-recording medium characterized by having the vertical-magnetic-recording film which Pt layer or Pd layer, and Co layer consist of artificial grid film by which the laminating was carried out by turns, and comes to contain B and O.

[Claim 2] Above B is a magnetic-recording medium according to claim 1 characterized by containing in the range below 15 atom % more than 1 atom %, and containing Above O in the range below 10 atom % more than 0.1 atom %.

[Claim 3] The magnetic-recording medium according to claim 1 characterized by having the substrate layer which consists of an ingredient containing the metal which has face centered cubic structure to the above-mentioned magnetic-recording layer.

[Claim 4] The metal which has the above-mentioned face centered cubic structure is Pd, Pt, Au, Ag, Rh, or a magnetic-recording medium according to claim 3 characterized by being Ir.

[Claim 5] The above-mentioned substrate layer is a magnetic-recording medium according to claim 3 characterized by containing B and O.

[Claim 6] Above B is a magnetic-recording medium according to claim 5 characterized by containing in the range below 30 atom % more than 1 atom %, and containing Above O in the range below 30 atom % more than 0.1 atom %.

[Claim 7] The magnetic-recording medium according to claim 1 characterized by having the substrate layer which consists of composite material of a any of the metal which has face centered cubic structure, an oxide and a nitride, or carbide or to the above-mentioned magnetic-recording layer.

[Claim 8] The metal which has the above-mentioned face centered cubic structure is Pd, Pt, Au, Ag, Rh, or a magnetic-recording medium according to claim 7 characterized by being Ir.

[Claim 9] The above-mentioned oxide is SiO₂, aluminum 2O₃, MgO and TiO₂, Li₂O, CaO, ZnO and ZrO, Y₂O₃, and a magnetic-recording medium according to claim 7 characterized by being HfO.

[Claim 10] The above-mentioned nitride is a magnetic-recording medium according to claim 7 by which it is being [they / Si₃N₄, and AlN, BN, TiN, ZrN and GaN] characterized.

[Claim 11] The above-mentioned carbide is a magnetic-recording medium according to claim 7 characterized by being SiC, TiC, ZrC, and TaC.

[Claim 12] The magnetic-recording medium according to claim 8 characterized by having a soft magnetism layer directly under the above-mentioned substrate layer.

[Claim 13] The above-mentioned soft magnetism layer is a magnetic-recording medium according to claim 12 characterized by consisting of NiFe, CoZr, FeN, or NiFeTa.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the magnetic-recording medium used for a hard disk, a magnetic tape, a floppy (trademark) disk, a magneto-optic disk, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] The heat demagnetization to which record magnetization decreases the magnetic recording within a field about a magnetic-recording medium in connection with the densification of recording information according to the passage of time is posing a problem.

[0003] There is a vertical magnetic recording as one of the technique of solving the trouble of the magnetic recording within a field over this magnetic-recording medium. As a magnetic material of this magnetic-recording medium for vertical magnetic recordings, the CoCr alloy is studied widely.

[0004] However, since the perpendicular magnetic anisotropy of the CoCr alloy as a magnetic material of the magnetic-recording medium for vertical magnetic recordings is smaller than saturation magnetization, it has the fault that a perpendicular remanence ratio is not set to 1. For this reason, a reversal magnetization field generates the magnetic layer of a CoCr alloy in a long wavelength record part, and it is known that it will cause a noise.

[0005] In order to solve this problem, as such a magnetic layer, there is a laminating magnetic layer which carried out the laminating of Co, Pt, or the Pd by turns that what is necessary is just to use the big ingredient of a perpendicular magnetic anisotropy as a magnetic layer of the magnetic-recording medium for vertical magnetic recordings.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since there is little generating of the noise in a laminating magnetic-recording layer since the magnetic-recording medium which has the laminating magnetic-recording layer which carried out the laminating of this Co, Pt, or Pd by turns is larger than the anti-field to which the perpendicular magnetic-anisotropy field of a laminating magnetic-recording layer originated in saturation magnetization enough but on the other hand there are many transition noises, there is a problem of being unsuitable in short wavelength record.

[0007] Therefore, in view of this point, in the magnetic-recording medium which has the laminating magnetic-recording layer which carried out the laminating of Co, Pt, or the Pd by turns, the transition noise in a laminating magnetic-recording layer decreases sharply, and this invention aims at offering the suitable magnetic-recording medium for the short wavelength record excellent in S/N.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Pt layer or Pd layer, and Co layer consist of artificial grid film by which the laminating was carried out by turns, and the magnetic-recording medium concerning this invention is characterized by having the vertical-magnetic-recording film which comes to contain B and O.

[0009] The magnetic-recording medium concerning this invention consists of artificial grid film with which the laminating of Pt layer or Pd layer, and the Co layer was carried out by turns as a laminating magnetic-recording layer, and in order to have the vertical-magnetic-recording film which comes to contain B and O further, the transition noise in a laminating magnetic-recording layer decreases sharply.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of concrete operation of this invention is explained with reference to a drawing.

[0011] An example of the gestalt of operation of this invention is explained with reference to drawing 1. The magnetic-recording medium 1 shown in drawing 1 is equipped with a substrate 2, the glue line 3 formed on the substrate 2, the substrate layer 4 formed on the glue line 3, the laminating magnetic-recording layer 5 formed on the substrate layer 4,

and the protective layer 6 formed on the laminating magnetic-recording layer 5, and is constituted.

[0012] Although a substrate 2 changes with classes of magnetic-recording medium, a glass plate is used for it here, for example.

[0013] A glue line 3 is formed in order to heighten the junction force of a substrate 2 and the substrate layer 4. Although the quality of the material of a glue line 3 changes with classes of a substrate and substrate layer 4, when a substrate 2 is a glass plate, as a glue line 3, Ti can be used, for example and the thickness is 1nm.

[0014] The substrate layer 4 is constituted by the ingredient containing the metal which has face centered cubic structure. Specifically as such an ingredient, Pd, Pt, Au, Ag, Rh, and Ir can be mentioned. Moreover, the ingredient which cannot receive chemical change of oxidation, nitriding, etc. easily is chosen, and especially these ingredients can also use these alloys. Here, the thickness is set to 20nm, using Pd as a substrate layer 4.

[0015] The laminating magnetic-recording layer 5 consists of artificial grid film with which the laminating only of the number of layers predetermined in Pt layer ** and Co layer was carried out by turns. And let this artificial grid film be the perpendicular magnetic anisotropy films for vertical magnetic recordings corresponding to high density record. Here, it comes by turns, as for the laminating magnetic-recording layer 5, to carry out the laminating of every 20 layers of the Pt layers 0.6nm Co layer and whose thickness thickness is 0.6nm, respectively, for example. Moreover, Pd layer etc. may be used instead of Pt layer.

[0016] Covering formation of the protective layer 6 is carried out on the laminating magnetic-recording layer 5. As an ingredient of this protective layer 6, C can be used, for example and that thickness is 10nm.

[0017] Here, this magnetic-recording medium 1 is characterized by the laminating magnetic-recording layer 5 containing B element and O element in that layer. And B element and O element reach with Co layer which is the component of the laminating magnetic-recording layer 5, and are contained to the both sides of Pt layer.

[0018] The crystallographic isolation of this magnetic-recording medium 1 of Pt particle which is a magnetic particle, and Co particle improves by containing B element and O element in the laminating magnetic-recording layer 5. And this crystal grain child's crystallographic isolation produces magnetic isolation of the crystal grain child concerned.

Consequently, the transition noise in the laminating magnetic-recording layer 5 decreases, and it becomes possible to raise S/N of this magnetic-recording medium 1.

[0019] Here, as for the content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5, and O element, it is desirable to carry out to below 15 atom % more than 1 atom % about B element.

[0020] This cannot fully raise the crystallographic isolation of Pt particle which is a magnetic particle, and Co particle, when the content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 is under 1 atom %. And it is because the effectiveness of decreasing the transition noise in the laminating magnetic-recording layer 5, and as a result raising a S/N ratio cannot fully be acquired. Moreover, a perpendicular magnetic anisotropy deteriorates because B element with them advances into a crystal grain child. [superfluous when there are more amounts of content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 than 15 atom %] Consequently, it is because a perpendicular remanence ratio becomes one or less and S/N falls.

[0021] And let content mentioned above be the range mentioned above in each Pt layer of the laminating magnetic-recording layer 5, and each Co layer. the magnetic-recording medium 1 -- every of the laminating magnetic-recording layer 5 -- Pt layer and every -- it is because the effectiveness mentioned above can be acquired certainly by making Co layer contain B element in the range mentioned above.

[0022] Moreover, as for the content of O element in the laminating magnetic-recording layer 5, it is desirable to carry out to below 10 atom % more than 0.1 atom %.

[0023] This cannot fully raise the crystallographic isolation of Pt particle which is a magnetic particle, and Co particle, when O element content in the laminating magnetic-recording layer 5 is under 1 atom %. And it is because the effectiveness of decreasing the transition noise in the laminating magnetic-recording layer 5, and as a result raising a S/N ratio cannot fully be acquired. Moreover, a perpendicular magnetic anisotropy deteriorates because O element with it advances into a crystal grain child. [superfluous when there is more content of O element in the laminating magnetic-recording layer 5 than 10 atom %] Consequently, it is because a perpendicular remanence ratio becomes one or less and S/N falls.

[0024] And let content mentioned above be the range mentioned above in each Pt layer of the laminating magnetic-recording layer 5, and each Co layer. the magnetic-recording medium 1 -- every of the laminating magnetic-recording layer 5 -- Pt layer and every -- it is because the effectiveness mentioned above can be acquired certainly by making Co layer contain O element in the range mentioned above.

[0025] Moreover, the substrate layer 4 mentioned above may be constituted by the ingredient with which the ingredient mentioned above contained B element and O element as shown in drawing 2 . By being constituted with the ingredient

which requires the substrate layer 4, it is because the transition noise seen by the laminating magnetic-recording layer 5 which consists of a Pt layer and a Co layer can be decreased and a S/N ratio can be raised. This is because the isolation of the crystal grain is raised and the isolation of the crystal grain of the laminating magnetic-recording layer 5 formed on the substrate layer 4 concerned is raised, when the substrate layer 4 contains B element and O element.

[0026] As for the content of B element in the substrate layer 4 mentioned above, and O element, at this time, it is desirable to carry out to below 30 atom % more than 1 atom % about B element.

[0027] Since this cannot fully raise the isolation of the crystal grain of the substrate layer 4 when the content of B element in the substrate layer 4 is under 1 atom %, the isolation of the crystal grain of the laminating magnetic-recording layer 5 formed on the substrate layer 4 is not fully raised. And it is because the effectiveness of, decreasing the transition noise seen by the laminating magnetic-recording layer 5 as a result, and raising a S/N ratio cannot be acquired. Moreover, when there are more amounts of B element made to contain in the substrate layer 4 than 30 atom %, it is because the crystal grain size of a substrate layer becomes uneven, consequently the crystal grain size of the laminating magnetic-recording layer 5 becomes uneven and a S/N ratio falls.

[0028] Moreover, as for the rate of O element made to contain in the substrate layer 4, it is desirable to carry out to below 30 atom % more than 0.1 atom %. Since this cannot fully raise the isolation of the crystal grain of the substrate layer 4 when the amount of O element made to contain in the substrate layer 4 is under 1 atom %, the isolation of the crystal grain of the laminating magnetic-recording layer 5 formed on the substrate layer 4 is not fully raised. And it is because the effectiveness of, decreasing the transition noise seen by the laminating magnetic-recording layer 5 as a result, and raising a S/N ratio cannot be acquired. Moreover, when there are more amounts of O element made to contain in the substrate layer 4 than 30 atom %, it is because the crystal grain size of a substrate layer becomes uneven, consequently the crystal grain size of the laminating magnetic-recording layer 5 becomes uneven and a S/N ratio falls.

[0029] And by using together the substrate layer 4 containing the laminating magnetic-recording layer 5, B element, and O element containing B element and O element which were mentioned above, the transition noise seen by the laminating magnetic-recording layer 5 is decreased, and it becomes possible to heighten further the effectiveness of raising a S/N ratio.

[0030] Moreover, the substrate layer 4 mentioned above may consist of composite-material layers which become any of the metal of the face centered cubic structure of Pd, Pt, Au, Ag, Rh, and Ir to be from which [of oxides such as SiO₂, aluminum 2O₃, MgO and TiO₂, Li₂O, CaO, ZnO and ZrO, Y₂O₃ and HfO] composite material. The transition noise seen by the magnetic-recording medium which has the laminating magnetic-recording layer 5 which the substrate layer 4 turns into from Pt layer and Co layer by having this configuration can be decreased greatly. Moreover, which [of nitrides such as Si₃N₄, and AlN, BN, TiN, ZrN, GaN,] composite material is sufficient as the composite material mentioned above with any of the metal of the face centered cubic structure of Pd, Pt, Au, Ag, Rh, and Ir they are, and which [any of the metal of the face centered cubic structure of Pd, Pt, Au, Ag Rh, and Ir and / of carbide such as SiC, TiC, ZrC, and TaC,] composite material is sufficient as it. In any case, any of the metal of the face centered cubic structure of Pd, Pt, Au, Ag, Rh, and Ir their being and the same effectiveness as the case of which [of oxides, such as SiO₂, aluminum 2O₃, MgO and TiO₂ Li₂O, CaO, ZnO and ZrO, Y₂O₃, and HfO,] composite material can be acquired.

[0031] Furthermore, in this magnetic-recording medium, when it has the substrate layer 4 which consists of composite material mentioned above, as shown in drawing 3 , a soft magnetism layer may be allotted to directly under [of the substrate layer 4], i.e., the laminating magnetic-recording layer 5 and the opposite side. Usually, if a soft magnetism layer is allotted to the magnetic-recording layer bottom for vertical recording, it is known that record transition can be written clearly, but on the other hand the noise of a magnetic-recording layer increases in many cases. Then, as mentioned above, the noise generated in a magnetic-recording layer can be reduced by having the substrate layer 4 which consists of composite material mentioned above between a soft magnetism layer and the laminating magnetic-recording layer 5. That is, it becomes possible to write record transition clearly, without making the noise of a magnetic-recording layer increase.

[0032] When the thickness of the substrate layer 4 which consists of composite material is thinner than 1nm at this time, the noise reduction effectiveness is not acquired, but when thicker than 30nm, the distance between the laminating magnetic-recording layer 5 and a soft magnetism layer separates too much, and the effectiveness by the soft magnetism layer mentioned above becomes small. Therefore, when it has a soft magnetism layer, as for the thickness of the substrate layer 4 which consists of composite material, it is desirable to be referred to as 1nm or more and 30nm or less.

[0033] In the example of drawing 3 , thickness uses 0.6nm Pd layer and the thing to which the laminating of the 0.6nm Co layer was carried out at a time for 20 thickness by turns, respectively as a laminating magnetic-recording layer 5 as a composite-material layer using the layer whose thickness is 20nm (Au+SiO₂), using for example, a NiFe layer as a soft

magnetism layer.

[0034] Moreover, in drawing 3, as a soft magnetism layer, although the NiFe layer is used, CoZr, FeN, NiFeTa, etc. can also be used for the ingredient used for a soft magnetism layer, without being limited to this.

[0035]

[Example] Hereafter, this invention is explained based on a concrete example.

[0036] In the <example 1> example 1, the magnetic-recording medium which made the perpendicular magnetic anisotropy films which are laminating magnetic-recording layers contain B element and O element was produced.

[0037] The magnetic-recording medium formed and produced the substrate layer and the laminating magnetic-recording layer in this order by RF sputter on the glass substrate with a diameter of 2.5 inches. The perpendicular magnetic anisotropy films which consist of artificial grid film constituted the laminating magnetic-recording layer. The presentation of each class and the configuration were set to $x(\text{CoBO}:0.4 \text{ nm}/\text{PdBO}:0.6\text{nm})_{20}/\text{Pd}:20\text{nm}$, and produced the magnetic-recording medium 1 which consists of cross-section structure shown in drawing 4.

[0038] Membrane formation conditions were set to ultimate-vacuum: $8 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ and injection power:120W before sputtering. For the substrate layers 4, Pd target and for the laminating magnetic-recording layers 5, as shown in drawing 4, the target which arranged four B chips of 1cm angle was used for the sputtering target on Co target and Pd target. Membrane formation of the substrate layer 4 was performed by 2Pa sputtering gas ** into Ar ambient atmosphere, and membrane formation of the laminating magnetic-recording layer 5 was performed by 2Pa sputtering gas ** into the ambient atmosphere ($\text{Ar}+\text{O}_2$). The mass flow rate ratios O_2/Ar of Ar and O_2 could be 0.2%.

[0039] Moreover, when a chemical analysis, an energy dispersion nature X-ray (referred to as EDX below Energy-dispersive x-ray:.), and secondary ion mass spectrometer (referred to as SIMS below Secondary ion mass spectrometer:.) investigated the content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 of the produced magnetic-recording medium 1, and O element, the content of B element was three atoms %, and the content of O element was 0.3 atoms %.

[0040] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium 1 produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- the result of having investigated S/N is shown in Table 1. Here, S/N rotated the magnetic-recording medium 1 so that the relative velocity to the magnetic head might become 15 m/sec, it recorded the signal whose frequency is 50MHz on the magnetic-recording medium with the magneto-resistive effect mold head (MR head) whose recording track width of face is 1.2 micrometers, and determined it as the ratio of the 50MHz signal in the regenerative signal, and the noise reinforcement which integrated with the noise from 0Hz to 80MHz.

[0041]

[Table 1]

	層構成	H_c	S/N
実施例 1	$(\text{CoBO}-0.4 \text{ nm}/\text{PdBO}-0.6 \text{ nm}) \times 20$ / $\text{Pd}-20 \text{ nm}$	2.0kOe	28dB
実施例 7	$(\text{CoBO}-0.4 \text{ nm}/\text{PdBO}-0.6 \text{ nm}) \times 20$ / $\text{PdBO}-20 \text{ nm}$	2.3kOe	30dB
実施例 15	$(\text{CoBO}-0.4 \text{ nm}/\text{PdBO}-0.6 \text{ nm}) \times 20$ / $(\text{Pd}+\text{SiO}_2)-20 \text{ nm}$	2.0kOe	30dB
実施例 36	$(\text{CoBO}-0.4 \text{ nm}/\text{PdBO}-0.6 \text{ nm}) \times 20$ / $(\text{Pd}+\text{SiO}_2)-10 \text{ nm}/\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{15}\text{Ta}_5-20 \text{ nm}$	—	32dB
比較例 1	$(\text{Co}-0.4 \text{ nm}/\text{Pd}-0.6 \text{ nm}) \times 20$ / $\text{Pd}-20 \text{ nm}$	3.4kOe	12dB

[0042] The transition noise is improved remarkably, the magnetic-recording medium 1 produced in the example 1 holding the value of the practical level which is stable to thermal disturbance and can be recorded [that H_c is magnetic

and] by the conventional recording head. Consequently, S/N shows 28dB and a good value.

[0043] The magnetic-recording medium was produced like the example 1 except having set the <example 2> substrate layer to Pt.

[0044] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 1 was acquired.

[0045] The magnetic-recording medium was produced like the example 1 except having set the <example 3> substrate layer to Au.

[0046] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 1 was acquired.

[0047] The magnetic-recording medium was produced like the example 1 except having set the <example 4> substrate layer to Ag.

[0048] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 1 was acquired.

[0049] The magnetic-recording medium was produced like the example 1 except having set the <example 5> substrate layer to Rh.

[0050] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 1 was acquired.

[0051] The magnetic-recording medium was produced like the example 1 except having set the <example 6> substrate layer to Ir.

[0052] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 1 was acquired.

[0053] In the <example 7> example 7, the magnetic-recording medium which made the both sides of the perpendicular magnetic anisotropy films which are laminating magnetic-recording layers, and a substrate layer contain B element and O element was produced.

[0054] The magnetic-recording medium was produced like the example 1. The presentation of each class and the configuration were set to x(CoBO:0.4 nm/PdBO:0.6nm)20/PdBO:20nm, and produced the magnetic-recording medium 1 which consists of cross-section structure shown in [drawing 5](#).

[0055] For the substrate layers 4, as shown in [drawing 6](#), the target which arranged four B chips of 1cm angle was used for the sputtering target on Co target and Pd target at the target and the object for the laminating magnetic-recording layers 5 which arranged four B chips of 1cm angle on Pd target as shown in [drawing 6](#).

[0056] Moreover, when a chemical analysis, and EDX and SIMS investigated the content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 of the produced magnetic-recording medium 1, and O element, the content of B element was three atoms %, and the content of O element was 0.2 atoms %.

[0057] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium 1 produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- the result of having investigated S/N is collectively shown in Table 1. Here, S/N was calculated like the example 1.

[0058] Rather than the magnetic-recording medium which produced the magnetic-recording medium produced in the example 7 in the example 1, a transition noise is improved further and S/N shows 30dB and a good value. The isolation of the crystal grain of the Co/Pd laminating magnetic-recording layer which carried out the laminating was raised more on it by the isolation of the crystal grain of a substrate layer having been raised by this magnetic-recording layer by making Pd substrate layer contain B element and O element. And as a result, the transition noise in a laminating magnetic-recording layer decreases, and it is thought that S/N improved.

[0059] The magnetic-recording medium was produced like the example 7 except having set the <example 8> substrate layer to PtBO.

[0060] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 7 was acquired.

[0061] The magnetic-recording medium was produced like the example 7 except having set the <example 9> substrate layer to AuBO.

[0062] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 7 was acquired.

[0063] The magnetic-recording medium was produced like the example 7 except having set the <example 10> substrate layer to AgBO.

[0064] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 7 was acquired.

[0065] The magnetic-recording medium was produced like the example 7 except having set the <example 11> substrate layer to RhBO.

[0066] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 7 was acquired.

[0067] The magnetic-recording medium was produced like the example 7 except having set the <example 12> substrate layer to IrBO.

[0068] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 7 was acquired.

[0069] In the <example 13> example 13, the content of B element in a laminating magnetic-recording layer investigated about the effect which it has on S/N.

[0070] The magnetic-recording medium fixed the content of O element in a laminating magnetic-recording layer to 0.2 atom %, and produced eight kinds of magnetic-recording media like the example 1 except changing the content of B element with zero atom %, 0.5 atoms %, 0.7 atoms %, one atom %, 1.8 atoms %, three atoms %, 4.3 atoms %, and pentatomic %. The presentation of each class and the configuration were set to x20/Pd:20nm like the example 1 (CoBO:0.4 nm/PdBO:0.6nm), and produced the magnetic-recording medium 1 which consists of cross-section structure shown in drawing 4.

[0071] The content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 was controlled by the number of B chips arranged on a sputtering target, and the content of O element was controlled by the mass flow rate ratio (O_2/Ar) of Ar and O_2 .

[0072] The content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 of the magnetic-recording medium 1 and O element was synthetically analyzed using a chemical analysis, an energy dispersion nature X-ray (Energy-dispersive x-ray:EDX), and secondary ion mass spectrometer (Secondary ion mass spectrometer:SIMS).

[0073] the ratio of the signal pair noise of the perpendicular direction of eight kinds of magnetic-recording media produced in the above -- the result of having investigated S/N is shown in drawing 7. Here, S/N was calculated like the example 1.

[0074] drawing 7 shows that S/N goes up rapidly near 1 atom %, and the content of B element serves as a value of about 1 law in beyond it. The result of having changed O element content and having investigated the critical value of B element content to which this S/N goes up is shown in drawing 8. When the content of O element was more than 0.1 atom %, it was not dependent on the content of O element, and the critical content of B element whose S/N improves was almost fixed, so that drawing 8 might show.

[0075] The above result shows that the content of B element required in order to isolate the crystal grain child of a laminating magnetic-recording layer is more than 1 atom %. This condition was the same as the conditions which the crystal grain child of the substrate layer which consists of PdBO in the example 7 mentioned above isolates.

[0076] In the <example 14> example 14, the content of O element in a laminating magnetic-recording layer investigated about the effect which it has on S/N.

[0077] The magnetic-recording medium fixed the content of B element to 3 atom %, and produced eight kinds of magnetic-recording media like the example 1 except changing the content of B element with zero atom %, 0.05 atoms %, 0.08 atoms %, 0.1 atoms %, 0.2 atoms %, 0.3 atoms %, 0.37 atoms %, and 0.48 atom %. The presentation of each class and the configuration were set to x20/Pd:20nm like the example 1 (CoBO:0.4 nm/PdBO:0.6nm), and produced the magnetic-recording medium 1 which consists of cross-section structure shown in drawing 4.

[0078] The content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 was controlled by the number of B chips arranged on a sputtering target, and the content of O element was controlled by the mass flow rate ratio (O_2/Ar) of Ar and O_2 .

[0079] The content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 of the magnetic-recording medium 1 and

O element was synthetically analyzed like the example 13 using a chemical analysis, and EDX and SIMS.

[0080] the ratio of the signal pair noise of the perpendicular direction of eight kinds of magnetic-recording media produced in the above -- the result of having investigated S/N is shown in drawing 9 . Here, S/N was calculated like the example 1.

[0081] drawing 9 shows that S/N goes up rapidly near 0.1 atom %, and the content of O element serves as a value of about 1 law in beyond it. The result of having changed B element content and having investigated the critical value of O element content to which this S/N goes up is shown in drawing 10 . When the content of B element was more than 1 atom %, it was not dependent on the content of B element, and the critical content of B element whose S/N improves was almost fixed, so that drawing 10 might show.

[0082] The above result shows that the content of O element required in order to isolate the crystal grain child of a laminating magnetic-recording layer is more than 0.1 atom %. This condition was the same as the conditions which the crystal grain child of the substrate layer which consists of PdBO in the example 7 mentioned above isolates.

[0083] In the <example 15> example 15, the perpendicular magnetic anisotropy films which are laminating magnetic-recording layers were made to contain B element and O element, and the magnetic-recording medium using the compound substrate layer which carried out coincidence membrane formation of Pd and SiO₂ as a substrate layer further was produced.

[0084] The presentation of each class of a magnetic-recording medium and the configuration were set to x(CoBO:0.4 nm/PdBO:0.6nm)20/Pd+SiO₂:20nm, and produced the magnetic-recording medium which consists of cross-section structure shown in drawing 11 .

[0085] And the compound substrate film was produced like the example 1 except having formed membranes by RF magnetron sputtering using the target which has arranged the chip of Pd on the target of SiO₂. The configuration of the compound substrate film is SiO₂:50% Pd:50% in a volume ratio.

[0086] Moreover, when a chemical analysis, and EDX and SIMS investigated the content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 of the produced magnetic-recording medium 1, and O element, the content of B element was three atoms %, and the content of O element was 0.2 atoms %.

[0087] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium 1 produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- the result of having investigated S/N is collectively shown in Table 1. Here, S/N was calculated like the example 1.

[0088] A transition noise is further improved rather than the magnetic-recording medium which produced the magnetic-recording medium 1 produced in the example 15 in the example 1, and S/N shows the good value of 31dB almost equivalent to the magnetic-recording medium of an example 7. By having used the Pd+SiO₂ compound substrate layer as a substrate layer 4, the isolation of the crystal grain in the CoBO/PdBO laminating magnetic-recording layer 5 is raised more compared with an example 1, a transition noise decreases sharply as the result, and this is considered that S/N improved.

[0089] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 16> substrate layer into Pt+SiO₂.

[0090] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0091] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 17> substrate layer into Au+A 12O₃.

[0092] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0093] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 18> substrate layer into Ag+MgO.

[0094] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- the place which investigated S/N -- an example 15 -- equivalent effectiveness was acquired.

[0095] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 19> substrate layer into Rh+TiO₂.

[0096] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0097] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 20> substrate layer into Ir+LiO₂.

[0098] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0099] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 21> substrate layer into Pd+CaO.

[0100] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0101] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 22> substrate layer into Pd+ZnO.

[0102] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0103] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 22> substrate layer into Pd+ZrO.

[0104] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0105] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 23> substrate layer into Pd+Y₂O₃.

[0106] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0107] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 24> substrate layer into Pd+HfO.

[0108] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0109] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 25> substrate layer into Pd+HfO.

[0110] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0111] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having set the <example 26> substrate layer to Pd+Si₃N₄.

[0112] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0113] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 27> substrate layer into Pt+AlN.

[0114] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0115] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 28> substrate layer into Au+BN.

[0116] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0117] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 29> substrate layer into Ag+TiN.

[0118] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was

acquired.

[0119] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 30> substrate layer into Rh+ZrN.

[0120] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0121] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 31> substrate layer into Ir+GaN.

[0122] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0123] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 32> substrate layer into Pd+SiC.

[0124] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0125] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 33> substrate layer into Pt+TiC.

[0126] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0127] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 34> substrate layer into Au+ZrC.

[0128] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0129] The magnetic-recording medium was produced like the example 15 except having made the <example 35> substrate layer into Ag+TaC.

[0130] the coercive force H_c of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium produced in the above, and the ratio of a signal pair noise -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 15 was acquired.

[0131] A substrate layer from the result of an example 15 thru/or an example 35 as mentioned above, with any of the metal of the face centered cubic structure of Pd, Pt, Au, Ag, Rh, and Ir they are SiO₂, aluminum 2O₃, MgO and TiO₂, Li₂O, CaO, ZnO, Any of the composite material which consists of composite material of a any of oxides, such as ZrO, Y₂O₃, and HfO, or, and the metal of the face centered cubic structure of Pt, Au, Pd, Ag, Rh, and Ir, the composite material of a any of nitrides, such as Si₃N₄, and AlN, BN, TiN, ZrN, GaN, or -- or With any of the metal of the face centered cubic structure of Pt, Au, Pd, Ag, Rh, and Ir they are By constituting with the composite material of a any of carbide, such as SiC, TiC, ZrC, and TaC, or, the transition noise seen by the laminating magnetic-recording layer was decreased, and it was checked that the effectiveness of raising a S/N ratio can be acquired.

[0132] In the <example 36> example 36, the bottom of a substrate layer was equipped with the soft magnetism layer which consists of NiFeTa, and the magnetic-recording medium by which the substrate layer and the laminating magnetic-recording layer were formed on it was produced.

[0133] The presentation of each class of a magnetic-recording medium and the configuration were set to x(CoBO:0.4 nm/PdBO:0.6nm)20/(Pd+SiO₂):20 nm/nickel80Fe15Ta5:20nm, and produced the magnetic-recording medium 1 which consists of cross-section structure shown in drawing 12.

[0134] And the soft magnetism layer was produced like the example 15 except having formed membranes by the spatter using nickel target, Fe target, and Ta target.

[0135] Moreover, when a chemical analysis, and EDX and SIMS investigated the content of B element in the laminating magnetic-recording layer 5 of the produced magnetic-recording medium 1, and O element, the content of B element was three atoms %, and the content of O element was 0.2 atoms %.

[0136] the ratio of the signal pair noise of the magnetic-recording medium 1 produced in the above -- the result of having investigated S/N is collectively shown in Table 1. Here, S/N was calculated like the example 1.

[0137] The magnetic-recording medium 1 of an example 36 is using five layers of nickel80Fe15Ta which is a soft magnetism layer as a backing layer, since the transition region of the record magnetic domain in a laminating magnetic-

recording layer became clearer, improves further rather than an example 1, an example 7, and an example 15, and shows 32dB and a good value. [S/N's]

[0138] The magnetic-recording medium was produced like the example 36 except having set the <example 37> soft magnetism layer to CoZr.

[0139] the ratio of the signal pair noise of the magnetic-recording medium produced in the above -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 36 was acquired.

[0140] The magnetic-recording medium was produced like the example 36 except having set the <example 38> soft magnetism layer to FeN.

[0141] the ratio of the signal pair noise of the magnetic-recording medium produced in the above -- when S/N was investigated, effectiveness equivalent to an example 36 was acquired.

[0142] As mentioned above, it was checked that can perform that the transition region of the record magnetic domain in a laminating magnetic-recording layer makes it clearer by equipping directly under [of a substrate layer], i.e., a laminating magnetic-recording layer and the opposite side, with a soft magnetism layer as a backing layer, consequently S/N is raised from the result of an example 36 thru/or an example 38.

[0143] In the example of a <example of comparison> comparison, the perpendicular magnetic anisotropy films which are laminating magnetic-recording layers, and the conventional magnetic-recording medium 1 which does not make a substrate layer contain B element and O element were produced.

[0144] The magnetic-recording medium was produced like the example 1. The presentation of each class and the configuration were set to x(Co:0.4 nm/Pd:0.6nm)20/Pd:20nm, and produced the magnetic-recording medium 1 which consists of cross-section structure shown in drawing 13 .

[0145] The sputtering target formed membranes in 2Pa Ar ambient atmosphere for the substrate layers 4 using Co target and Pd target in Pd target and the laminating magnetic-recording layers 5.
 [0146] the coercive force Hc of the perpendicular direction of the magnetic-recording medium 1 produced in the above, and the ratio of a signal pair noise - the result of having investigated S/N is collectively shown in Table 1. Here, S/N was calculated like the example 1.

[0147] Although the practical value stably recordable by the conventional recording head is shown to disturbance with the magnetic-recording medium 1 magnetic [Hc] and thermal produced in the example 1 of a comparison, a transition noise is large and, as a result, S/N shows 12dB and a small value.

[0148] Here, in order to clarify the difference of the transition noise in the laminating magnetic-recording layer of the magnetic-recording medium of the example of a comparison, and an example 1, the fine structure of a laminating magnetic-recording layer was analyzed with the transmission electron microscope (Transmission electron microscope:TEM), and the example of a comparison was compared with the example 1. The observation result in TEM of an example 1 is shown in drawing 14 , and the observation result in TEM of the example of a comparison is shown in drawing 15 . Consequently, in the example 1, the clearance was seen to crystal grain children having stuck in the example of a comparison in the grain boundary.

[0149] Moreover, in order to clarify structure of the grain boundary of an example 1, it analyzed by high resolutions TEM and EDX. The analysis field of EDX includes the element information on both grain boundaries in crystal grain in the analysis field B, although the element information only in a crystal grain child is acquired in the analysis field A in a high-resolution TEM image by about 5nm. The analysis result of EDX in crystal grain is shown in drawing 16 , and the analysis result of EDX of the grain boundary is shown in drawing 17 . Moreover, the observation result in a high resolution TEM is shown in drawing 18 .

[0150] A crystal grain child's surroundings are filled with the amorphous-like matter, and the high-resolution TEM image showed that crystal grain children were isolated crystallographically.

[0151] Moreover, if an EDX spectrum is compared in crystal grain in a grain boundary, B element and O element will be detected only in a grain boundary, but it will be thought that the boron oxide phase deposits in the grain boundary.

[0152] From these things, this analysis result shows that a role important for B element and O element isolating the crystal grain child of a laminating magnetic-recording layer is played. That is, this crystal grain child's crystallographic isolation produces magnetic isolation, as a result, a transition noise decreases, and it is thought that S/N improved.

[0153]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained to the detail, the magnetic-recording medium concerning this invention consists of artificial grid film with which the laminating of Pt layer or Pd layer, and the Co layer was carried out by turns as a laminating magnetic-recording layer, and in order to have the vertical-magnetic-recording film which comes to contain B and O further, the transition noise in a laminating magnetic-recording layer decreases sharply.

[0154] Therefore, according to this invention, the transition noise in a laminating magnetic-recording layer decreases

sharply, and becomes possible [offering the suitable magnetic-recording medium for the short wavelength record excellent in S/N].

[Translation done.]

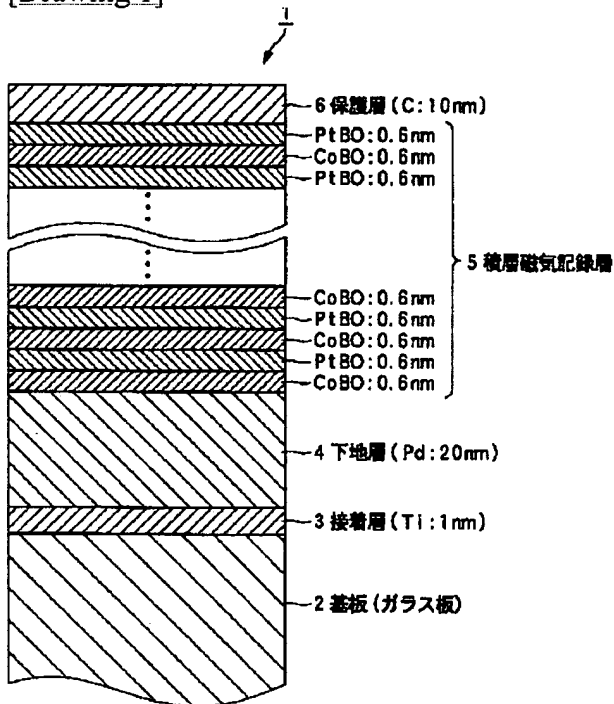
* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

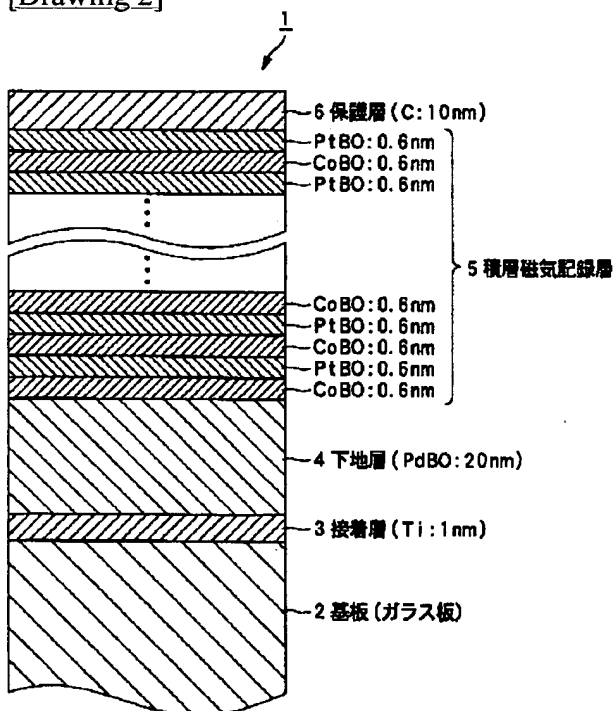
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

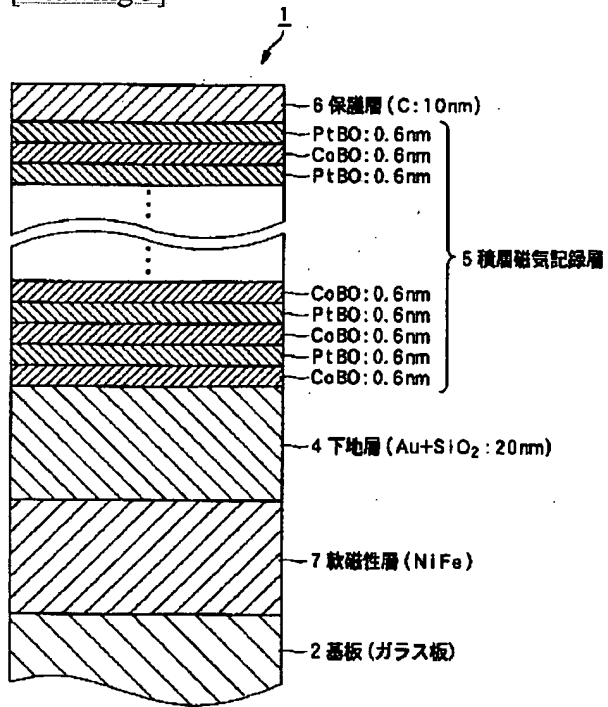
[Drawing 1]



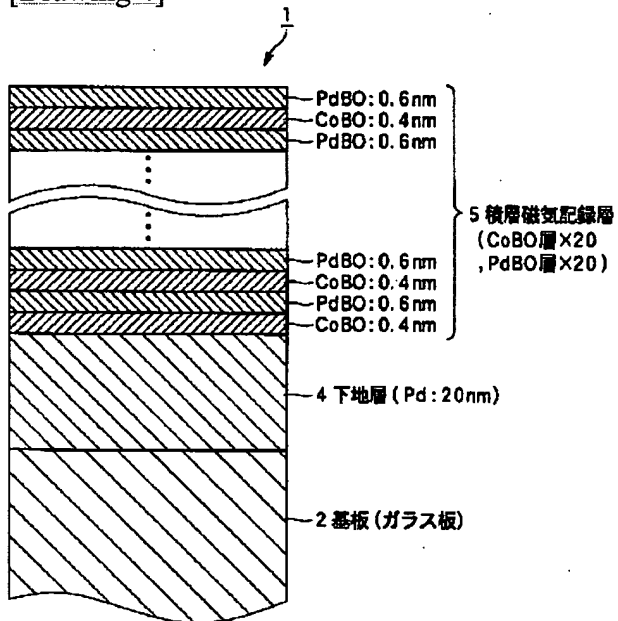
[Drawing 2]



[Drawing 3]

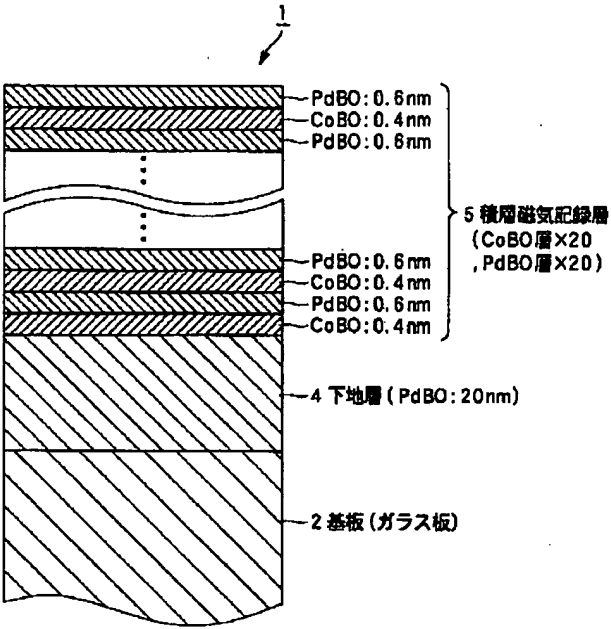


[Drawing 4]



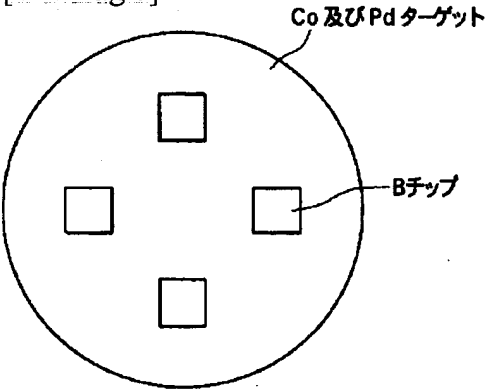
実施例 1, 13, 14

[Drawing 5]

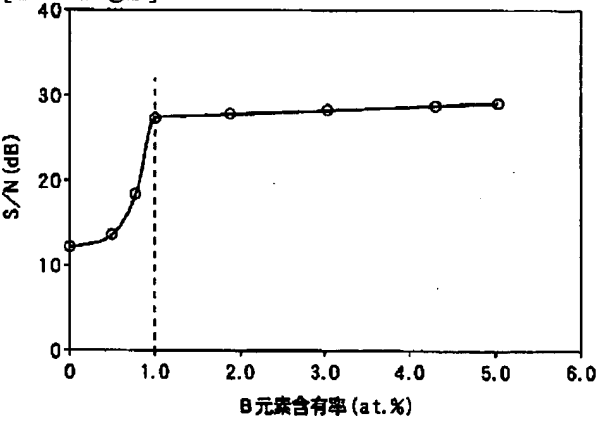


実施例 7

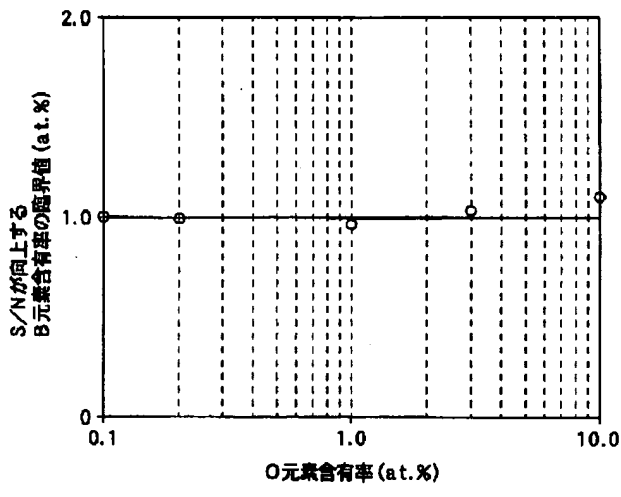
[Drawing 6]



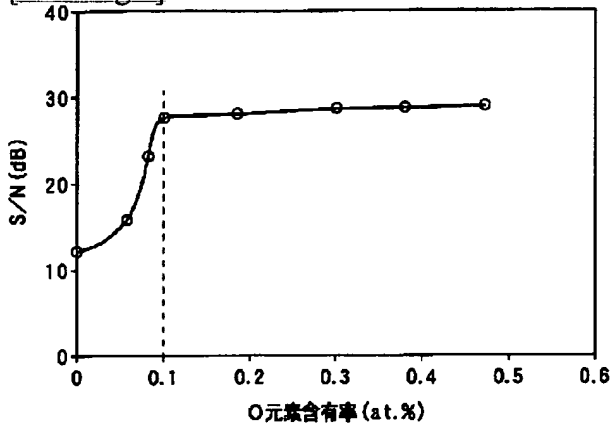
[Drawing 7]



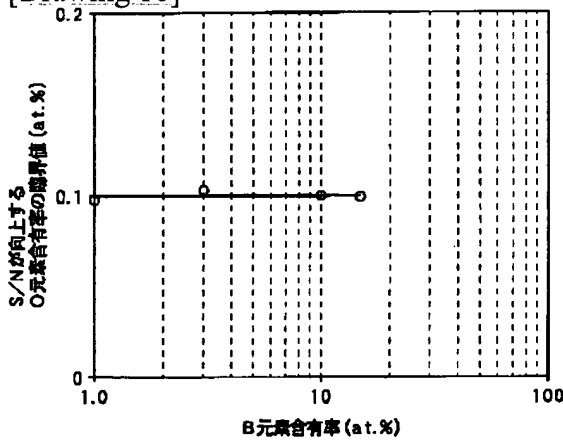
[Drawing 8]



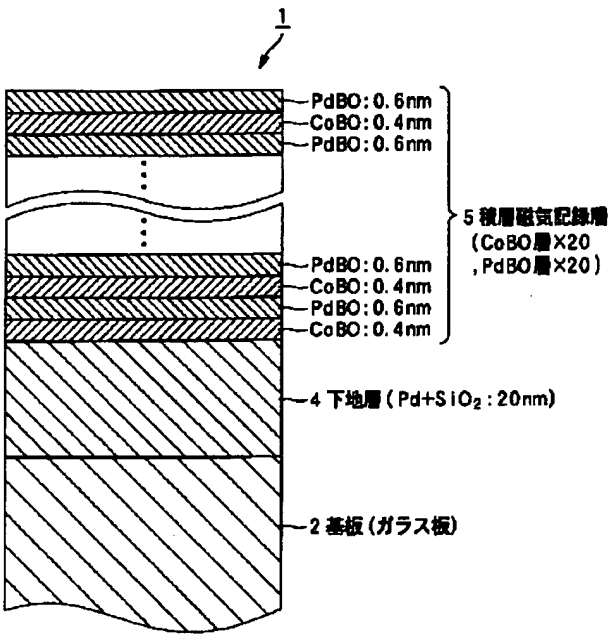
[Drawing 9]



[Drawing 10]

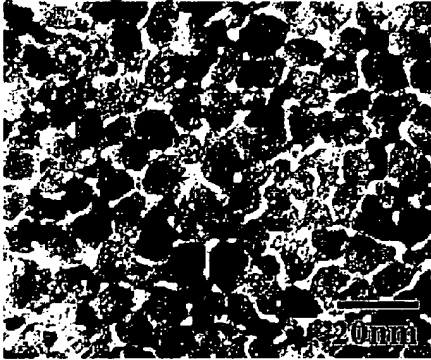


[Drawing 11]

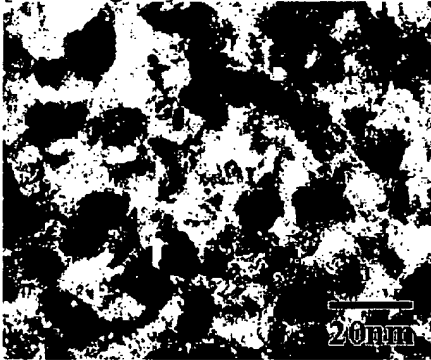


実施例 15

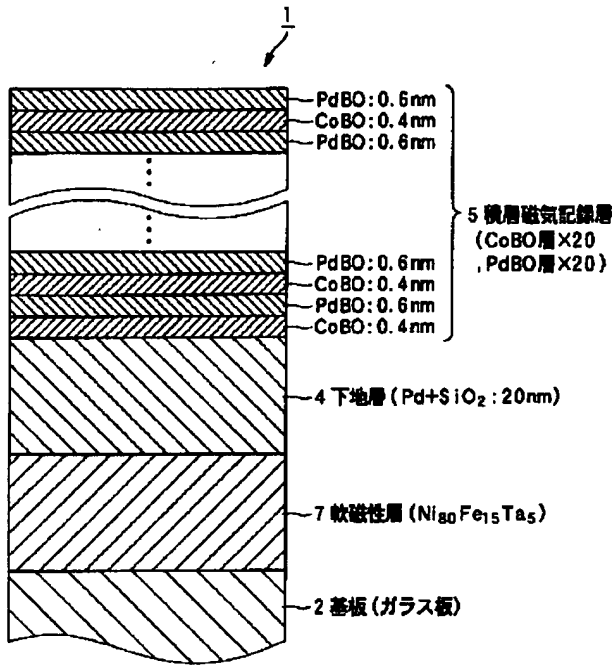
[Drawing 14]



[Drawing 15]

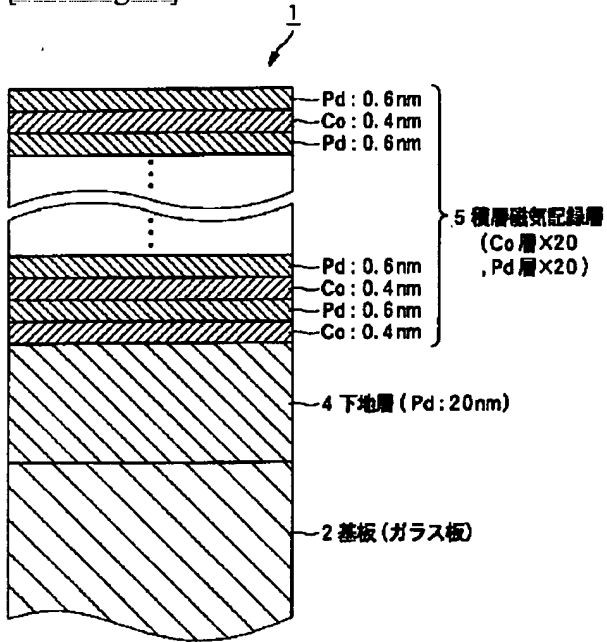


[Drawing 12]



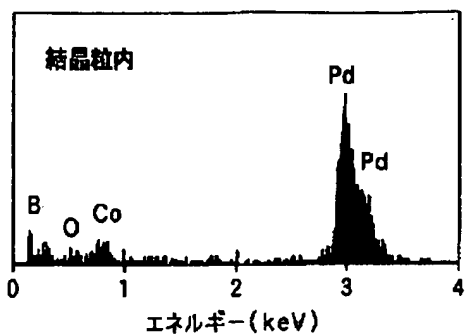
実施例 36

[Drawing 13]

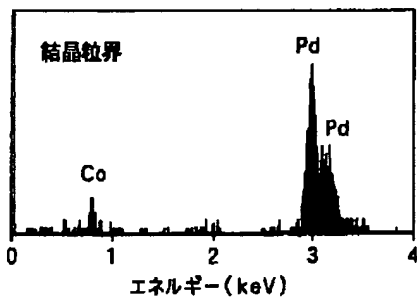


比較例

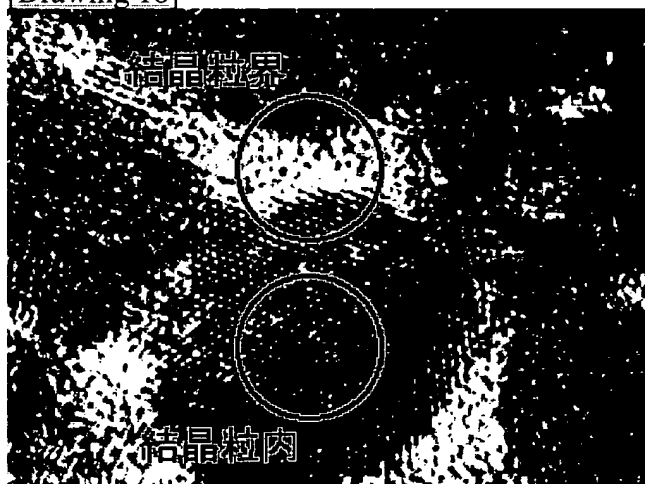
[Drawing 16]



[Drawing 17]



[Drawing 18]



[Translation done.]